



Revista de divulgación científica

REVISTA IDESQBRE

Junio 2017 | N°7

EDITORIAL



REVISTA IDESQBRE

La alarma social y una cierta confusión mediática en torno a las causas y consecuencias del fuego han puesto de manifiesto, una vez más, el valor que una información serena y rigurosa, vinculada al conocimiento científico, tiene en escenarios de peligro. El incendio que a finales de junio ha afectado a más de 8.000 hectáreas de la comarca de Doñana es un buen ejemplo de una situación característica en los ambientes mediterráneos que, a pesar de su recurrencia, sigue demandando nuevos compromisos en el manejo racional de las áreas rurales, sistemas de extinción cada vez más sofisticados y eficaces, planes de comunicación que eviten las especulaciones sin fundamento y, finalmente, estrategias que permitan recuperar el patrimonio calcinado y se anticipen a lo que nos deparan las nuevas circunstancias ambientales.

En todas las etapas de este proceso, que busca ganar la batalla al fuego y a la desinformación, es necesario el concurso de la Ciencia, y posiblemente Andalucía sea una de las regiones de Europa que mayor esfuerzo está realizando para multiplicar el conocimiento en torno a los incendios forestales.

El despoblamiento de las zonas rurales y las nuevas variables a las que nos obliga el cambio climático son sólo dos de los elementos que están modificando, a marchas forzadas, el modelo con el que se viene gestionando el monte mediterráneo andaluz. Y también nos enfrentamos, cada vez con mayor intensidad y urgencia, al debate en el que colisionan la conservación de espacios particularmente valiosos y el aprovechamiento de ciertos recursos naturales vinculados a los mismos.

Más allá de la tensión que suele empañar la toma de decisiones, cuando lo que está en juego son oportunidades de negocio y puestos de trabajo, no cabe otra opción que reducir todas estas incertidumbres de la mano de la Ciencia. Y compartir esos conocimientos de manera transparente, para que cualquier decisión sea cooperativa, para que los gestores encuentren la complicidad de la ciudadanía y, en definitiva, para que un problema ambiental de esta envergadura se afronte con serenidad y rigor. La divulgación, por tanto, también es necesaria en este empeño colectivo.

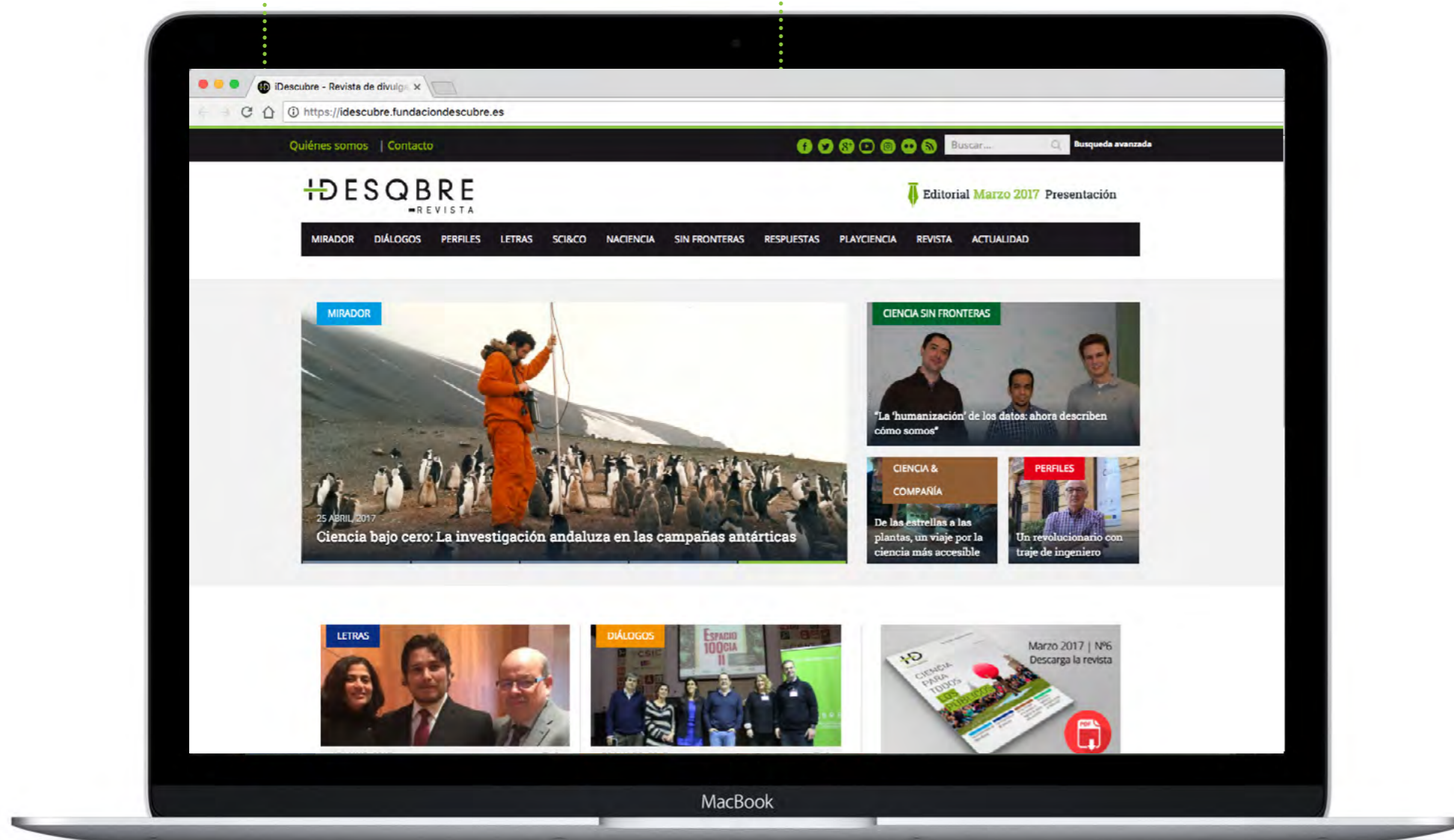


Imagen de la página web iDescubre.



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.

CIENCIA BAJO CERO

LA INVESTIGACIÓN

ANDALUZA EN

LAS CAMPAÑAS

ANTÁRTICAS

El 21 de diciembre de 2016 la dotación de la XXX Campaña Antártica del Ejército de Tierra izó la bandera española en Isla Decepción. Este acto supone la apertura oficial de la Base Antártica Española 'Gabriel de Castilla' que se convierte, durante tres meses, en el hogar y el lugar de trabajo de un grupo de militares y científicos que llevarán a cabo diferentes proyectos en un entorno privilegiado para la investigación. La presencia de andaluces en las campañas científicas en la Antártida ha sido constante desde finales de la década de 1980. Los investigadores han viajado al continente helado para estudiar el valioso patrimonio natural que atesora esta remota zona del planeta. Entre ellos, un biólogo marino de la Universidad de Sevilla que buceó por sus gélidas aguas y un fotógrafo científico al que le encantaría volver.

Fuente: Luz Rodríguez | Asesoría científica: José Carlos García, Héctor Garrido, Javier Almendros, Enrique Carmona, José Benito Martín, Manuel Berrocoso, Francisco López Gordillo, Jesús Ibáñez y Alfonso Ontiveros



Campaña antártica / Imagen de Héctor Garrido (CSIC).

Son numerosos los investigadores e investigadoras de universidades y centros de investigación andaluces que han participado en algunas de las campañas científicas que se han llevado a cabo en las últimas décadas en tierras antárticas. Han estudiado y estudian, actualmente, el cambio climático, la fauna, los volcanes, la geodinámica, los sedimentos marinos, las algas y los microorganismos ocultos en el fondo de sus aguas heladas denominados bentos marinos. De estos últimos, José Carlos García Gómez, catedrático de Biología Marina de la [Universidad de Sevilla](#), sabe mucho, ya que su primer viaje a la Antártida lo hizo como miembro de un equipo de investigadores españoles que, a iniciativa del [Instituto Español de Oceanografía](#), llevó a cabo el primer proyecto español de bentos marinos que se desarrolló íntegramente a bordo del BIO Hespérides durante los veranos polares de 1994 y 1995.

Para este científico nacido en La Línea de la Concepción (Cádiz) la experiencia supuso una inmersión, literalmente, en el descubrimiento de los tesoros biológicos ocultos en los fondos de las gélidas aguas de la Antártida. "Mi principal misión -recuerda José Carlos García- fue dirigir un programa de investigación centrado en la biota fijada sobre superficies rocosas, fuente de información ambiental y ecosistémica, basado en técnicas de análisis de imágenes submarinas y de buceo científico, para el que tuvimos que realizar un curso especializado de buceo polar en Cartagena impartido por profesionales del [Centro de Buceo de la Armada \(CBA\)](#)". Sus inmersiones en las aguas polares antárticas le proporcionaron uno de los recuerdos más impactantes de su estancia. "Fue un buceo en día gris, cerrado, que realicé junto a José Antonio Moya (Universidad de Alicante) en la isla Decepción, conformada por un cráter volcánico activo cuyo interior

José Carlos García Gómez.



Campaña antártica / Imagen de Héctor Garrido (CSIC).

alberga una bellísima pero traicionera bahía, un lugar muy próximo a emanaciones submarinas de gases que calentaban sobremedida y cuyo paisaje submarino estaba salpicado de restos óseos de grandes cetáceos. Fue un buceo de alta tensión, pero completamente mágico”, rememora el científico.

Para el onubense Héctor Garrido, fotógrafo científico del CSIC, su recuerdo más impactante en tierras antárticas tuvo lugar en la superficie: “Trabajar en el blanco absoluto fue muy extraño. Recuerdo un día de cielo encapotado en que todo era blanco alrededor de nosotros. Ni siquiera se proyectaban nuestras sombras. Sólo la ayuda de los instrumentos de posicionamiento nos decían hacia dónde debíamos ir”, relata. El fotógrafo andaluz viajó a la Antártida en la Campaña 2008/2009, bajo el paraguas del Proyecto ATOS 2, liderado por Carlos M. Duarte para el CSIC. Su trabajo consistió en localizar algunas fotografías antiguas de glaciares y repetirlas desde idéntico ángulo y en similares condiciones para poder comparar y analizar el retroceso. “También documenté el día a día de la Base Juan Carlos I, ya que justo ese año comenzaba a construirse la nueva base y la antigua pronto sería eliminada.

Presté apoyo fotográfico a varios proyectos científicos y finalmente completé un catálogo fotográfico bastante extenso sobre la Antártida”, añade. Sus imágenes recogen la belleza y riqueza de este paraje natural, inhóspito, duro, pero lleno de vida.

En manos del clima polar

La vida en la Antártida se acomoda siempre a las condiciones meteorológicas que son las que disponen si se puede salir de la Base o navegar por sus aguas. El clima polar, donde las temperaturas en los meses más cálidos no superan los 0°C, es uno de los protagonistas indiscutibles en estas latitudes como destaca Garrido: “Soy andaluz, crecido en un clima cálido y he desarrollado mi trabajo siempre en climas templados o calurosos. En las semanas previas al viaje tuve mucho temor por ese enfrentamiento al frío polar. Después todo fue más fácil de lo imaginado”.

Para José Carlos García, su día a día era una auténtica aventura. “Cada jornada escondía una nueva sorpresa, una nueva oportunidad, algo diferente. Pero me pesaba como una losa asumir la responsabilidad de las campañas de

CULTIVANDO ALGAS POLARES EN LA UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Asesoría científica: Francisco López Gordillo

En el Jardín Botánico de la Universidad de Málaga (UMA) se ubica el Laboratorio de Cultivo de Algas Polares, único en España. En sus instalaciones se estudia la fisiología de algas procedentes de los Polos, simulando las condiciones climatológicas del invierno polar (bajas temperaturas y sin radiación lumínica durante 4 meses). Tras varias campañas científicas en la Antártida, el trabajo del Grupo de Ecofisiología de Sistemas Acuáticos de la UMA se centra, desde hace unos años, en el Ártico con el fin de analizar el efecto del cambio climático en este tipo de plantas.

La pasión por la investigación polar de Francisco López Gordillo, profesor titular e investigador del Grupo de Ecofisiología de Sistemas Acuáticos de la Universidad de Málaga, comenzó en 2002 cuando tuvo la oportunidad de realizar una campaña invitado por sus compañeros del Alfred Wegener Institut (AWI). Desde entonces el grupo ha llevado a cabo dos campañas científicas en la Antártida y unas ocho en el Ártico.

Las investigaciones llevadas a cabo por López Gordillo y sus compañeros se centran en las algas marinas que, en estas latitudes, suponen la mayor masa ‘verde’, ya que el ecosistema terrestre está muy limitado por la presencia de hielo. “Nuestro objetivo es doble -explica el científico-. Por un lado, intentamos averiguar los mecanismos fisiológicos que permiten a las algas vivir en un ambiente tan extremo, a baja temperatura y sin luz. Por otro, las regiones polares son las que están acusando más el calentamiento global

y por ello identificamos qué especies van a modificar su comportamiento a mayor temperatura poniendo en riesgo su pervivencia en estos ecosistemas”.

En las zonas polares el ambiente provoca que los organismos que habitan allí tengan adaptaciones extremas. “Es fascinante poder averiguar las soluciones que han ido apareciendo evolutivamente en la naturaleza -comenta López Gordillo-. Algunos investigadores buscan aquí moléculas con utilidad médica o industrial”. Y añade, “la exacerbación del calentamiento global en estas regiones permite anticipar lo que irá ocurriendo en otras zonas del planeta. Los polos son regiones de alarma temprana para otras zonas del planeta”.

Aunque la temática de su investigación es la misma en ambos polos, existen diferencias entre el Norte y el Sur. “Las algas en el Ártico deben acumular nutrientes durante el invierno porque en primavera el fitoplancton lo consume todo en pocas semanas, dejando todo el verano el agua sin nutrientes. En la Antártida no existe la limitación por nutrientes y las algas han perdido la capacidad de acumularlos. Esta diferencia se traduce también en distintas estrategias vitales: momento en que crecen de forma más activa, momento de la reproducción sexual, germinación de esporas, etc.”, explica.

Capacidad de improvisación

Las condiciones extremas en las que tienen que trabajar los científicos

requieren de una buena preparación previa antes del viaje y de capacidad de improvisación. “La Antártida debe ser lo más parecido a estar en otro planeta. Te sientes en un lugar remoto y aislado, donde todo debes tenerlo bien preparado antes de viajar. Por hacer un símil: si se te olvida un destornillador, no hay ferretería donde ir a comprarlo. Te apañas con lo que hay. Aparte de estas particularidades, el trabajo de laboratorio es como en cualquier otro. Eso sí, trabajar en condiciones cercanas a los 0 °C pone en jaque a menudo el instrumental electrónico. Trabajamos al límite de funcionamiento de algunos aparatos”, comenta el biólogo polar. “Debes ingeniártelas para que no se congelen los aparatos que llevamos para medir en el exterior, como los radiómetros que miden la luz que llega a las algas bajo el mar. Los buzos alemanes trabajan en condiciones de riesgo de congelación para traernos las algas que analizamos en el laboratorio”, resalta.

Para Francisco López Gordillo la experiencia ha sido muy enriquecedora, “profesionalmente, al poder descubrir aspectos de la naturaleza que aún no conocemos, y también personalmente, porque supone una bonita aventura siempre llena de sorpresas. Me encanta el desafío de tener que improvisar ante una situación inesperada; y allí sabes que hay muchas cosas que no vas a tener bajo control. Eso sí, mientras no nos topemos con un oso polar...”.

buceo, donde el riesgo era evidente pues las condiciones para el desarrollo de esta actividad en la Antártida son extremas". A la dureza de las condiciones ambientales se suma el trabajo como investigador. "A veces me quedaba hasta muy tarde porque había que realizar macrofotografías de especímenes muy raros que salían vivos obtenidos de prospecciones con dragas o redes especiales en zonas profundas. Algunos de ellos eran desconocidos para la Ciencia y fueron descritos con posterioridad", explica el biólogo marino.

Héctor Garrido registró en imágenes, durante un mes, la entrega y dedicación de los científicos que se desplazan a la Antártida. Para facilitar su trabajo y garantizar su seguridad, la labor que desempeña el personal de las Bases es fundamental como destaca el fotógrafo: "Son

José Carlos García: "Tuve un momento inolvidable de quietud y reflexión ante la cruz de madera de una de las tumbas a la intemperie de marinos de la ballenera noruega Hektor (de máxima actividad en 1919 y cerrada en 1931), epítome del esfuerzo y sacrificio de la humanidad en lugares de climatología extrema. No pude contener las lágrimas. Morir tan lejos de su país, de sus familias, en tan inmensa soledad, junto a los Fuelles de Neptuno, debió ser demasiado duro"

personas muy capaces y serviciales, buenos compañeros dispuestos a batirse con las más duras condiciones para conseguir los datos necesarios y regresar sanos y salvos. Ellos, desde los cocineros hasta el personal de mantenimiento y los marineros de los buques oceanográficos, son el verdadero espíritu que hace que la ciencia en la Antártida sea posible".

En los mismos términos recuerda García Gómez su experiencia con el personal del Hespérides y los oficiales de la Armada: "Sólo tengo palabras de profunda gratitud. Lo dieron absolutamente todo por los investigadores y por sus proyectos. Y hubo serios problemas logísticos, de riesgos y de mal tiempo".



Cruz de madera de una de las tumbas a la intemperie de uno de los marinos de la ballenera noruega Hektor / Imagen de José Carlos García Gómez.



Expedición en la Antártida.



Ballena jorobada de la Antártida.

Algunos países desarrollados se han implicado en el estudio de este territorio, con bases permanentes o semi-permanentes, con vistas a su conservación y evitar así su explotación desmedida, lo que constituye la mejor garantía de colaboración internacional para defender este espacio único en el mundo. Un lugar que no deja indiferente a quién tiene la oportunidad de conocerlo. "Tuve un momento inolvidable de quietud y reflexión ante la cruz de madera de una de las tumbas a la intemperie de marinos de la ballenera noruega Hektor (de máxima actividad en 1919 y cerrada en 1931), epítome del esfuerzo y sacrificio de la humanidad en lugares de climatología extrema. No pude contener las lágrimas. Morir tan lejos de su país, de sus familias, en tan inmensa soledad, junto a los Fuelles de Neptuno, debió ser demasiado duro", destaca el biólogo marino.

"La Antártida es un lugar especial. Quizás el lugar más singular al que pueda ir una persona en este planeta. Pero siempre una expedición a un lugar remoto es una experiencia llena de momentos inolvidables y de aprendizajes únicos. La Antártida, especialmente, me dio mucho tiempo para pensar, para reflexionar en lo personal y muchas nuevas condiciones retadoras en lo profesional", comenta Héctor Garrido y añade un deseo: "Poder volver otra vez para visitar otros lugares y navegar por sus aguas".

LO QUE CUENTAN LAS CENIZAS VOLCÁNICAS

Asesoría científica: Jesús Ibáñez, Alfonso Ontiveros

La información que se extrae de los depósitos de cenizas volcánicas es fundamental para conocer cuándo, cómo y cuántas erupciones se han producido en un volcán. El hielo, los glaciares y el aporte de agua dulce son elementos que hay que estudiar, ya que influyen en la intensidad explosiva de los volcanes y en la gravedad de sus consecuencias en el entorno. Conocer cuál es la historia de Decepción es trascendental para prevenir los riesgos de una posible erupción. La Universidad de Jaén, en colaboración con el Instituto Andaluz de Geofísica (IAG), ha desarrollado estudios en Isla Decepción acerca de las propiedades superficiales de los depósitos volcánicos que la forman.

La labor investigadora de Alfonso Ontiveros, profesor titular del Departamento de Física de la [Universidad de Jaén](#) y miembro del [Instituto Andaluz de Geofísica](#) de la Universidad de Granada, se reparte entre estas dos ciudades andaluzas y tiene un punto de referencia común, la Antártida. Como miembro del IAG ha participado en cuatro campañas en Isla Decepción estudiando la dinámica volcánica.

Alfonso Ontiveros comparte despacho en la sede del IAG ubicada en el Campus de Cartuja de Granada con Jesús Ibáñez, referente mundial por sus investigaciones en sismología volcánica en Isla Decepción. Las paredes que rodean la mesa de trabajo de Jesús están llenas de fotografías espectaculares de volcanes de todo el mundo. La de Alfonso está recubierta

de imágenes de su estancia como investigador en la Antártida. En la parte central de la pared, un amplio mapa de Isla Decepción.

Durante su experiencia antártica, Alfonso Ontiveros ha desarrollado estudios para la Universidad de Jaén, promovidos por el Grupo que dirige, TEP 145 física de interfaces en colaboración con el IAG, acerca de las propiedades superficiales de los depósitos volcánicos que conforman esta isla y sus implicaciones en dos líneas diferentes: la proliferación de microorganismos sobre estos materiales volcánicos y las propiedades reológicas y de estabilidad de estos depósitos. La reología es la especialidad

Ontiveros: “Decepción nos permite estudiar muy bien los volcanes ya que es un lugar que no está contaminado”.

de la física centrada en el análisis de los principios que determinan cómo se mueven los fluidos. “Lo que pretendemos nosotros es conocer, mediante el análisis del material que compone el edificio volcánico, cuál ha sido la historia eruptiva del volcán para poder prever cuál va a ser su comportamiento” explica el profesor Ontiveros.

Isla Decepción es un lugar privilegiado dentro de la Antártida para la investigación. Es un ‘punto caliente’ con respecto a su entorno debido

a su actividad sísmica. En este ambiente proliferan gran cantidad de microorganismos (algas diatomeas) sobre la superficie de las rocas. Un cambio en las condiciones del medio acuoso, del pH, una aportación de metales pesados debido a un posible cambio en la actividad del volcán, así como un cambio local en la concentración de sal en disolución debido al aporte de agua dulce de los glaciares que se derriten a pasos agigantados con el cambio climático, son variables que producen cambios en estas propiedades superficiales y por ende pueden producir una dramática disminución de estas microalgas que son el primer eslabón de la cadena trófica en estos parajes.

“El balance de las interacciones que se producen entre las partículas de ceniza volcánica nos permite conocer cuál es la cohesión del depósito y por tanto su estabilidad. A menudo los edificios volcánicos soportan grandes pendientes, desnudas de vegetación y en zonas donde las precipitaciones son abundantes. En estas condiciones los deslizamientos de tierras o lahares, propicios en la Isla Decepción debido a los flujos producidos por el deshielo glaciar, constituyen un riesgo importante para la población que la ocupa, científicos y miles de turistas que pasan por allí” apunta Ontiveros. Es lo que ocurrió en los años 1969 y 1970 cuando se registraron varias erupciones. Una violenta explosión provocó el derrumbamiento del glaciar y el deslizamiento de material volcánico destruyó la base chilena Pedro Aguirre Cerda, el Refugio Cabo Gutiérrez Vargas



Base instalada en Isla Decepción.



Alfonso Ontiveros.



Isla Decepción.

y la base británica B. La actividad científica cesó hasta que se retomó de nuevo en la década de 1980.

Ambos investigadores destacan la importancia de estudiar estos depósitos de ceniza. “Podemos retrotraernos en el tiempo -indica Ontiveros-. Podemos estudiar los distintos depósitos superpuestos y ver qué tipo de erupción es la que se produjo. Eso nos sirve para saber qué podemos esperar. Decepción es un buen sitio para estudiar los volcanes porque no está prácticamente contaminada con nada”.

La interacción del volcán con el agua es otro aspecto importante de la investigación que desarrollan en la isla. Volcanes que inicialmente son muy tranquilos y que tienen erupciones que, en principio, no afectan al entorno, se vuelven altamente explosivos cuando interactúan con el agua. “Es como cuando cae agua en aceite hirviendo. En Decepción, la interacción con el hielo, los glaciares o con otros componentes transforma lo que podía ser una erupción aparentemente de bajo nivel energético en un episodio que libera gran cantidad de energía”, explica el experto vulcanólogo Jesús Ibáñez, que añade que “Decepción es un claro ejemplo de esa interacción entre el agua y los procesos magmáticos. Cuando estudiamos las cenizas nos proporcionan mucha información. Nos está revelando cuál es la componente explosiva de cada uno de esos procesos eruptivos, saber qué es lo que ha ocurrido bajo el agua, a grandes profundidades, donde no tenemos capacidad de ver”.



Ibáñez, en la Antártida, en 1988.

DOS DÉCADAS EN ISLA DECEPCIÓN

Una campaña más, investigadores de las universidades de Granada y Cádiz viajan a la Antártida. Los trabajos sobre geodinámica y sismología volcánica llevadas a cabo por los investigadores andaluces en Decepción, un volcán activo situado en las Islas Shetland del Sur, son referencia mundial en este campo. Mucho han cambiado las cosas a lo largo de estas dos décadas de campañas científicas andaluzas que han dado como resultado numerosas publicaciones, varias tesis doctorales y un sinfín de anécdotas.

Fuente: Luz Rodríguez | Asesoría científica: Javier Almendros, Enrique Carmona y José Benito Martín.

La primera experiencia en Isla Decepción de Javier Almendros, Enrique Carmona y José Benito Martín, investigadores de Instituto Andaluz de Geofísica (IAG) de la Universidad de Granada, fue como unos jóvenes estudiantes de doctorado a principios de los años 90. El abanderado de todos ellos fue el experto en sismología volcánica del IAG Jesús Ibáñez. En 1988, con 22 años de edad, Jesús no lo dudó y aceptó ir de voluntario como colaborador de un proyecto del CSIC en Isla Decepción. Allí se encontró con un lugar excepcional para estudiar lo que es una de sus pasiones y el eje principal de su carrera investigadora y profesional, los volcanes. En 1994 volvió a la Antártida, ya como investigador principal del primer proyecto propio del IAG. A partir de ahí, científicos y científicas del IAG han participado en numerosas campañas antárticas donde han sido

testigos de la evolución tecnológica, del avance de las comunicaciones, de la mejora de la logística y de la llegada cada vez más numerosa de turistas. Enrique Carmona y Benito Martín han viajado en numerosas ocasiones a la Antártida y han participado en la reciente campaña 2016-2017. Javier Almendros es el responsable de los proyectos en Decepción desde 2008.

“Ha cambiado mucho el número de personas que acuden a estos territorios. No éramos más de catorce en los primeros años. Las condiciones de vida eran diferentes”, recuerda Enrique Carmona. Se suma Javier Almendros a este viaje a los primeros años de estancia en Isla Decepción: “Todo dependía de nosotros mismos, incluso nos hacíamos la comida. Todo era más casero... Ahora hay cocineros, especialistas y técnicos del Ejército de Tierra que dan soporte a los

científicos y que velan por nuestra seguridad”. “Eso sí, de la limpieza nos encargamos todos -apunta Enrique-. Cada día se designan dos personas de todos los que estamos en la Base para hacer esta tarea”.

Si algo ha evolucionado en estos años, resaltan Almendros, Carmona y Martín, es la seguridad y la logística. “Ahora se hace más énfasis en la seguridad. Hay más Zodiac a disposición de los científicos para los traslados a las zonas donde está la instrumentación y usamos trajes especiales para posibles caídas en aguas heladas”, indica Javier Almendros. El traslado de material pesado también es más fácil. “Antes teníamos que descargar nosotros, a mano, por ejemplo, bidones de gasoil que pesaban muchísimo. Ahora hay maquinaria que lo hace”, resalta José Benito.

José Benito Martín y Enrique Carmona.



En las primeras campañas los científicos podían utilizar las motos para desplazarse por la isla. Actualmente, por motivos de seguridad, no es posible. Los militares de la Base son los encargados de trasladarlos a los lugares que necesiten. Su labor principal durante los tres meses de campaña es el apoyo a los científicos participantes. No hay restricciones de acceso a zonas de la isla pero hay que pedir permiso.

Las campañas antárticas españolas se llevan a cabo exclusivamente en el verano austral, y aunque las fechas varían dependiendo de factores logísticos, se desarrollan entre finales de noviembre y principios de marzo. Lo que sí ha cambiado a lo largo de todos estos años ha sido la posibilidad de sustituir a investigadores durante la campaña.

La disponibilidad de buques oceanográficos y de apoyos puntuales de vuelos posibilita que la incorporación de nuevos investigadores durante la misma se haga con mayor frecuencia. Cada turno suele durar un mes y medio.

De la onda corta a WhatsApp

Otro cambio notable con respecto a los primeros años de estancia en la Antártida se ha manifestado en las comunicaciones. "En 1994 había una radio de onda corta que conectaba

con Madrid una vez al día si las condiciones atmosféricas eran favorables, y desde allí llamaban a nuestras familias. Se oía fatal y había que decir 'cambio' cada vez que hablabas", rememora Enrique Carmona. "Ahora hay de todo. Teléfono, internet, Whatsapp... Estamos conectados las 24 horas", añade Javier.

La evolución de las comunicaciones no sólo afecta al plano personal, sino que es fundamental para la actividad



Javier Almendros y Enrique Carmona.

científica que se desarrolla en la isla. Esto ha permitido un salto cualitativo en la transmisión y recepción de datos procedentes de la instrumentación instalada por los científicos, base del trabajo de seguimiento de la actividad volcánica que desarrollan el IAG y la Universidad de Cádiz en Decepción. "Los datos nos llegan a la Base por wifi. En tu ordenador estás recibiendo la señal que registras", comenta Javier. "Antes tenías que desplazarte hasta las estaciones de recogida de datos, situadas en distintos puntos de la isla, y descargarlos en un disco.

Tardabas horas. Nos llevábamos una pequeña tienda de campaña para esperar protegidos de las inclemencias meteorológicas mientras se descargaban", recuerda Enrique.

La evolución continúa. En esta campaña el equipo ha probado la transmisión de datos por wifi procedente de los Array o antenas que tienen desplegadas para estudiar la actividad sísmica de Decepción, con más canales y más bits de resolución, una tecnología que está "funcionando muy bien".

El estudio de la sismología de Decepción es una oportunidad única para estos científicos andaluces, ya que los métodos de trabajo, los datos y los resultados obtenidos se están extrapolando a otras zonas volcánicas del planeta como

es el caso de El Hierro (Islas Canarias), Fogo (Cabo Verde), Etna (Sicilia, Italia) y Colima (México). Y lo que es más importante, es crucial para conocer el riesgo de una posible erupción en estas islas a las que llegaron en el último año cerca de 18.000 turistas y que cuenta con varias bases científicas internacionales. Se han registrado varias erupciones en el pasado, la más reciente en la década de 1970. El volcán está activo. Los científicos lo estudian y vigilan para que a nadie le coja desprevenido si decide despertar.



Manuel Berrocoso.

“LA ANTÁRTIDA ES UN ESCENARIO IDEAL PARA EL DESARROLLO DE NUEVAS TÉCNICAS”

Manuel Berrocoso
Director del Laboratorio de Astronomía, Geodesia y Cartografía de la Universidad de Cádiz

El estudio y vigilancia de la actividad del volcán Decepción centra las investigaciones de los científicos del laboratorio de Astronomía, Geodesia y Cartografía de la Universidad de Cádiz, que empieza su participación en las campañas antárticas españolas desde su creación en el año 2001. Su responsable, el científico Manuel Berrocoso, lleva vinculado tres décadas a la investigación antártica. En su trabajo juegan un papel fundamental los Sistemas de Navegación Global por Satélite (Global Navigation Satellite Systems, GNSS) que han introducido nuevas técnicas como el poder realizar mediciones de forma continua y automática a lo largo del tiempo.

¿Desde cuándo realiza su laboratorio campañas antárticas?

El Laboratorio de Astronomía, Geodesia y Cartografía de la Universidad de Cádiz (LAGC-UCA) como tal participa de manera continuada e ininterrumpida en las campañas antárticas desde su creación en 2001; aunque miembros de éste laboratorio comenzaron su participación en la investigación antártica desde el inicio de las mismas, en la segunda mitad de los años 80, entonces como personal del Real Observatorio de la Armada (ROA).

Han sido casi 30 años vinculados directamente a la investigación antártica. Además de la participación como institución, para mí lo más reseñable y destacable es el elevado número de investigadores, aproximadamente veinticinco, que han tenido la oportunidad de conocer la investigación científica en una región extrema de la Tierra con todos sus condicionantes.

¿En cuántas campañas ha participado?

He participado en doce campañas. Mi trabajo científico desde 1988 se ha desarrollado en torno a la investigación geodésica en la Antártida y también a la aplicación de los resultados obtenidos a otros lugares (Andalucía, Canarias, México, Nicaragua).

¿Cuál es el objetivo principal de sus investigaciones?

En el Real Observatorio de la Armada (ROA) trabajé en el diseño de redes geodésicas en el entorno de las islas Shetland del Sur y Península Antártica. Estas redes estaban basadas en los, por entonces, incipientes satélites GPS y sirvieron como marco de referencia para el desarrollo de la cartografía terrestre y náutica inexistente en la zona por aquella época. Con posterioridad, en el LAGC-UCA, las grandes prestaciones del sistema GPS hicieron que, poco a poco, fuéramos desarrollando técnicas y métodos encaminados a estudios geodinámicos, tanto tectónicos como volcánicos, de la región. Hoy en día somos los responsables del mantenimiento de las series temporales geodésicas GNSS, geotérmicas y oceanográficas dirigidas principalmente a estudiar la geodinámica de carácter tectónico y/o volcánico en las islas Livingston y Decepción. Las series oceanográficas proporcionarán, además, información esencial sobre el cambio climático a partir del estudio de la variabilidad del nivel del mar. El conjunto de todos estos parámetros geodésicos y geofísicos (deformación superficial, anomalías termométricas terrestres y marinas

y la variabilidad local del nivel del mar) constituyen nuestra aportación a la vigilancia de la actividad volcánica de la isla Decepción.

¿Por qué es importante estudiar lo que pasa en la Antártida? ¿Qué datos aporta?

Además del conocimiento científico en sí mismo, su aislamiento hace que sea una región idónea para establecer nuevas metodologías y técnicas innovadoras que sean exportables a otras zonas de la Tierra en donde la interferencia de la actividad humana es más que considerable. El conocimiento global del comportamiento del planeta en multitud de disciplinas (geodinámica, oceanografía, meteorología, atmósfera, ecología, etc.) pasa por integrar datos y resultados obtenidos en esta región.

¿Se requiere de una preparación especial para participar en estas campañas?

Se exige un exhaustivo reconocimiento médico, pero más que una preparación física específica lo realmente importante es que los investigadores participantes tengan un

Manuel Berrocoso: "La evolución tecnológica ha posibilitado contar con instrumentación cada vez de menor peso, mayores capacidades de almacenamiento y menor consumo energético. Este último aspecto ha permitido realizar observaciones en lugares donde el acceso es crítico".

alto conocimiento de la operatividad de los sistemas que nuestro grupo utiliza en la zona. Hay que señalar que el objetivo básico es la adquisición de datos experimentales y éstos deben ser de una excelente calidad.

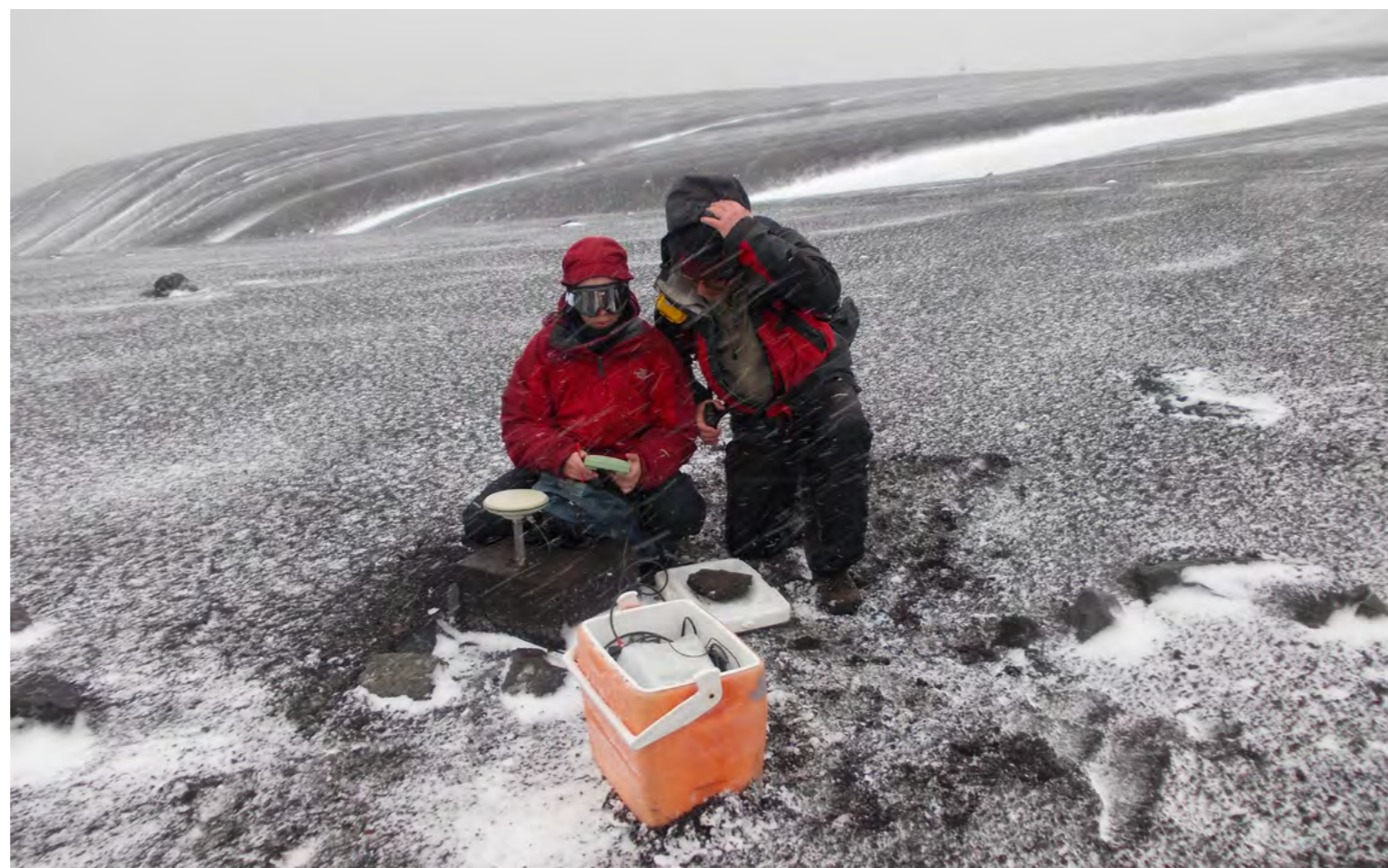
¿Cuáles son las ventajas e inconvenientes de trabajar en la Antártida?

La posibilidad de trabajar en una región aislada y extrema supone un reto operativo considerable. Diseñar sistemas robustos, de gran fiabilidad y calidad, de bajo consumo, de altas capacidades de almacenamiento que puedan soportar la rigurosidad extrema del invierno antártico, ha sido y es un objetivo continuo apoyado en la experiencia acumulada. A veces soluciones que aquí nos parecerían peregrinas en el entorno antártico resultan ser esenciales y surgen de multitud de ensayos. Por ejemplo el aislamiento de los equipos receptores de satélites y de las baterías de alimentación o los mareógrafos de fondeo, instrumentos que registran de forma gráfica el nivel que alcanzan las aguas del mar en las distintas horas del día y que allí se utilizan para estudiar la banquisa invernal, la capa de hielo flotante que se forma en las regiones de los océanos polares.

Llevar varios años participando en estas campañas, ¿cómo ha evolucionado el desarrollo de las mismas en estos años?

En nuestro caso ha sido determinante la evolución tecnológica que ha posibilitado contar con instrumentación cada vez de menor peso, mayores capacidades de almacenamiento y menor consumo energético. Este último aspecto ha permitido realizar observaciones GNSS en lugares donde el acceso es crítico. En estos 30 años se ha pasado de realizar algunas observaciones puntuales en vértices geodésicos, no muy alejados de las bases antárticas, a disponer de equipos GNSS capaces de transmitir en remoto vía wifi datos con frecuencias de hasta 1 Hz. Se han desarrollado técnicas y métodos capaces de evaluar, en tiempo cuasi-real, el parámetro de deformación superficial para efectuar la vigilancia volcánica. Se ha pasado de registros puntuales de anomalías termométricas sin georreferenciación ninguna, a estaciones permanentes de registros geotérmicos a varias profundidades. Se ha conseguido estabilizar mareógrafos de fondeo permanentes. Y ahora mismo se está intentando establecer una estación permanente de seguimiento de satélites GNSS: GPS (desarrollado por EE.UU.), Glonass (sistema de navegación ruso) y Galileo (red europea de satélites de navegación y posicionamiento).

El investigador Manuel Berrocoso, en una de sus expediciones en la Antártida.





De izquierda a derecha: Fernando Fabiani, Teresa Cruz, Serafín Fernández, Encarni Durán, Joan Carles March y Miguel Carrasco. | Imagen de Charo Valenzuela.

LA (BUENA) SALUD EN INTERNET CAUTELAS Y VIRTUDES EN LA RELACIÓN ON-LINE ENTRE PACIENTES Y PERSONAL SANITARIO

Fuente: José María Montero

Fernando Fabiani

Médico de familia y director de la compañía Síndrome Clown.

Joan Carles March

Director de la Escuela Andaluza de Salud Pública.

Encarni Durán

Paciente y formadora en la Escuela de Pacientes de Andalucía.

Serafín Fernández

Enfermero y coordinador en PiCuida (Red de Cuidados de Andalucía).

Miguel Carrasco

Responsable de Comunicación Corporativa de la Fundación Descubre.

La salud, o, mejor dicho, la enfermedad (sobre todo si es la propia), genera en cualquier persona una desconcertante mezcla de miedo y curiosidad. Cualquiera que se enfrenta a la sospecha de una dolencia, aunque sea infundada, necesita despejar de inmediato la incertidumbre que esa circunstancia genera, busca neutralizar, con lógica urgencia, el miedo a través de la información. Y en ese proceso, más emocional que racional, puede que no repare en el método más adecuado para salir de dudas. El médico o, en general, los profesionales sanitarios que pueden atender con solvencia esa demanda de información (teñida, con frecuencia, por el miedo) hace tiempo que dejaron de ser el único recurso y el más inmediato. Internet ha abierto una ventana a la que cualquiera puede asomarse para identificar síntomas, contrastar tratamientos, evaluar remedios o dialogar con otros pacientes, al margen del sector sanitario, lo que implica un empoderamiento del paciente y, al mismo tiempo, una mayor vulnerabilidad al fraude o la confusión.

En este nuevo escenario 'online' puede que el miedo se neutralice o quizá se multiplique la angustia; es posible que aumente el conocimiento o que el rigor quede sepultado por el ruido. Pacientes y profesionales sanitarios disponen, en su delicada relación, de nuevas y poderosas herramientas que van desde el más o menos convencional correo electrónico hasta el ubicuo whatsapp, pasando por el variopinto universo de las webs, los blogs o las apps, esos

minúsculos programas que lo mismo resuelven nuestras citas en un centro de salud que vigilan la progresión de un lunar sospechoso. Nuevas y poderosas herramientas que exigen nuevas reglas de juego y que, sobre todo y por su propia naturaleza, son ingobernables más allá de la autoregulación y, principalmente, de las buenas prácticas cooperativas, esas a las que, en Andalucía, se están entregando algunos profesionales como los que, una mañana de finales de junio, citamos para este **Diálogo** en una de las aulas de la Escuela Andaluza de Salud Pública (Granada).

El miedo a internet

Lo cierto es que la idea de esta conversación nació unas semanas antes, justo durante la celebración en Sevilla de **Ciencia en Redes**, uno de los eventos más importantes de los dedicados a iniciativas innovadoras en divulgación científica dentro del universo 'online'. Uno de los ponentes, Fernando Fabiani, es un médico de familia atípico que desde hace tiempo, y sin abandonar su quehacer diario en un centro de salud de Montequinto (Sevilla), reflexiona sobre las relaciones que se están tejiendo entre sanitarios y pacientes gracias a las tecnologías de la comunicación, la mejor manera de enfrentar este nuevo escenario y el valor que la empatía y, por elevación, el humor, tiene en ese trato cotidiano donde conviven el miedo, la confianza y la curiosidad.

De izquierda a derecha: Serafín Fernández, Fernando Fabiani, Encarni Durán, Joan Carles March, Teresa Cruz y Miguel Carrasco. | Imagen de Charo Valenzuela.



“Lo primero que me sorprende”, confiesa Fernando Fabiani, “es el miedo que se le tiene a los recursos ‘online’ cuando hablamos de la salud. Los médicos, los profesionales sanitarios, tienden a decir eso tan socorrido de ‘no mires ahí’, ‘no toques ahí’, ‘ni se te ocurra consultar esa página’, ‘eso puede ser peligroso’... Esa idea ha calado hasta el punto de que los medios de comunicación insisten en ella y terminamos por convencernos de que es así, de que no es bueno que el paciente se informe de esa manera, y yo, sinceramente, creo que partimos de un hecho falso”. Cuando no existía internet cualquier familia disponía de una enciclopedia o de una colección de manuales dedicados a diferentes cuestiones relacionadas con la salud, obras a las que se acudía en cuanto la enfermedad, o la sospecha de una enfermedad, aparecía. Por tanto, detalla Fabiani, “el fenómeno ya existía, aunque ahora los recursos

Joan Carles March: "Desde la Escuela de Pacientes lanzamos la 'Receta Links', donde defendemos la recomendación de recursos 'online', rigurosos y fiables, muy útiles para los pacientes una vez que estos han puesto de manifiesto su necesidad de saber más, de sumar más información".

sean infinitamente más poderosos, y, por consiguiente, es absurdo y anticuado pensar que el paciente no va a utilizar internet para documentarse, porque lo hacen incluso los que reniegan del rigor de esta herramienta”.

Tan evidente resulta este comportamiento que Joan Carles March destaca el hecho de que los pacientes multiplican sus visitas a internet después de haber consultado, de manera convencional, con su médico, porque, como es lógico, “se ha generado en ellos inquietud y, de alguna manera, buscan una segunda opinión en ese gran contenedor donde hay multitud de recursos, por eso este año, y desde la Escuela de Pacientes, hemos lanzado una campaña titulada ‘Receta Links’ en la que defendemos la utilidad de recomendar recursos ‘online’ rigurosos y fiables, que pueden ser muy útiles para los pacientes una vez que estos han puesto de manifiesto su necesidad de saber más, de sumar más información”.

“Ésa es la clave”, apostilla Fabiani, “orientar al paciente en su búsqueda de información para evitar los peligros de una búsqueda a lo bruto, de esas que todos hemos



Encarni Durán y Joan Carles March, durante el Diálogos. | Imagen de Charo Valenzuela.



Serafín Fernández y Miguel Carrasco. | Imagen de Charo Valenzuela.

hecho tipo ‘*a-ver-qué-me-encuentro*’, cuando en realidad hay recursos fiables, bien organizados, accesibles, rigurosos, que pueden ser muy útiles tanto para los pacientes como para el propio personal sanitario”. Quizá, sugiere Serafín Fernández, “la idea de orientar se enriquece con la de acompañar, porque es frecuente que el paciente te comente una página web a la que ha acudido y esa circunstancia te brinda la posibilidad de verla y comentarla juntos, en un proceso, como dice Fernando, de aprendizaje compartido”.

Precisamente esa fórmula de aprendizaje compartido es la que lleva practicando desde hace tiempo Encarni Durán, tanto con la especialista que se ocupa de su dolencia como con otros muchos pacientes. Y esa experiencia, y su carácter inquieto en todo tipo de redes sociales y canales de comunicación ‘online’, la ha llevado a manejarse con cierta cautela: “Lo cierto es que consulto poca información científica, porque esa se la dejo a mi especialista, y cuando lo hago me manejo con mucha precaución, huyendo de recursos poco fiables y, sobre todo, de aquellos grupos en donde venden milagros”.

La falta de rigor provoca sufrimiento

Ese es el peligro, el verdadero peligro: no tanto asomarse a esa gran ventana que es internet, un comportamiento inevitable, como el sufrimiento que puede generar el consumo de una información que no es rigurosa. Y un factor decisivo que multiplica el riesgo tiene que ver con el posicionamiento de las informaciones dentro de las búsquedas, justo lo que Encarni anunciaba con su cautela. Si uno teclea en Google “me duele la cabeza”, demuestra Fabiani, “lo primero que aparece es una información de la revista Hola, y todos sabemos que quien busca en internet lee los cuatro o cinco primeros resultados, y no necesariamente esos primeros resultados son los mejores, los más fiables, porque el posicionamiento web nada tiene que ver con la calidad de la información, de manera que una búsqueda en bruto sobre una determinada dolencia, una búsqueda sin orientación ni criterio, puede originar sufrimiento innecesario”.

Pero el miedo no sólo cae del lado de los pacientes, también el personal sanitario se enfrenta, en estas nuevas circunstancias, a temores razonables. El más común es aquel que los enfrenta al paciente que puede llegar a saber de su dolencia tanto o más que el médico que lo atiende, lo que genera una situación inusual que algunos profesionales no saben muy bien cómo gobernar.



Protagonistas de la sección Diálogos sobre la relación 'online' entre profesionales sanitarios y pacientes. | Imágenes de Charo Valenzuela.

“Internet hace todo accesible”, señala Serafín, “y por eso, en muchos casos, rompe la clásica relación paternalista que suele establecerse entre profesional y paciente, o la relación estrictamente informativa, de manera que el paciente se empodera y de alguna manera favorece que las decisiones se tomen de forma conjunta”. Este cambio de roles parece, a priori, positivo, pero no siempre es así, como advierte Fernando: “Todo hay que adaptarlo al propio perfil y necesidades del paciente. Hay pacientes que no quieren empoderarse y profesionales empeñados en empoderarlos, cuando es lógico que algunos ciudadanos, precisamente porque confían en ti, se ponen en tus manos sin necesidad de ningún debate, reclamando que no les obligues a reparar en múltiples variables, en un proceso que ellos, sin más, delegan en ti, insisto, porque confían en tu criterio”.

La confianza vuelve a ser la piedra angular de todo este debate. En los enfermos de cáncer, por ejemplo, se ha observado que el consumo de información en internet

va decreciendo conforme avanza la enfermedad y su tratamiento porque lo que domina, poco a poco, es la confianza y el vínculo emocional, y así el profesional le gana la batalla a los recursos 'online'. Pero, al contrario, las esperas excesivas en la determinación de un diagnóstico o en el inicio de un tratamiento multiplican el uso de internet porque el paciente necesita combatir la incertidumbre que genera la espera, algo que podría neutralizarse, quizá, con un uso más eficaz de herramientas como el whatsapp, que permiten una comunicación sencilla, rápida y directa, tal vez no para emitir un juicio clínico, pero sí para aliviar esa incertidumbre con mensajes fiables y personalizados.

Cuando la salud choca con el negocio

En el fondo, indica Miguel Carrasco, nada ha cambiado desde los tiempos en que no existía internet hasta ahora. Las herramientas han evolucionado, claro que sí, pero las cautelas deberían ser las mismas: “Nadie en su sano juicio preguntaría al primero que se encontrara por la

calle sobre la naturaleza de su enfermedad, así es que debemos aplicar el mismo sentido común en el mundo 'online', filtrando la información, identificando a la persona o institución que la expone, buscando las fuentes más fiables...”. Y en este esfuerzo por separar el grano de la paja juegan un papel decisivo los medios de comunicación que con frecuencia, sometidos a la trampa de la urgencia y la inmediatez, caen en manos de fuentes poco fiables y multiplican así la difusión de informaciones falsas o de mala calidad, “informaciones que no se han contrastado, que pueden generar confusión y que una vez saltan a las grandes audiencias son muy difíciles de neutralizar”.

En internet las batallas se libran y se ganan a golpe de click, de manera que todo, o casi todo, vale a la hora de conseguir que alguien se fije en nuestra información y la señale y la consuma. Puro mercantilismo. Otra cosa es que, cuando se abra esa información, lo prometido, el atractivo del titular, se diluya en un recurso mediocre o falso. “Y esta práctica es la que domina y la que se repite segundo a segundo”, denuncia Carrasco, “inundando la red de materiales peligrosos o, cuando menos, inútiles”.

¿Qué podemos hacer frente a estas maniobras? Fernando señala tres elementos que pueden ayudarnos a separar el grano de la paja. “En primer lugar la existencia de sellos de calidad que, si bien no son la panacea, al menos nos indican que ese recurso se ha sometido a un cierto control; la identificación de las personas que están detrás de la información que se ofrece, y el grado de fiabilidad que nos merecen, y también las instituciones que certifican el rigor de los contenidos, como ocurre, por ejemplo, con las sociedades científicas que validan una determinada herramienta”. Todas estas son buenas pistas, añadiendo, además, un elemento fundamental: “La ausencia de con-

flictos de intereses evidentes”. O, dicho de otra manera, que el recurso en cuestión no esté orientado a favorecer el consumo de un producto o servicio determinado. “Cuando la salud choca con el negocio”, concluye Fabiani, “es el paciente el que siempre pierde”.

Sin caer en la mercantilización sí que parece lógico buscar fórmulas que permitan posicionar los materiales más

valiosos, haciendo que aparezcan en los primeros puestos de las búsquedas. “No basta tener un buen producto”, precisa Serafín, “sino que hay que colocarlo en el mercado, hacerlo visible”, y quizá, coinciden todos los invitados a este **Diálogo**, en ese esfuerzo haya que invertir recursos económicos para ganar visibilidad, establecer acuerdos con los buscadores o apoyarse en los profesionales más mediáticos, aquellos que ya tienen una notable proyección en los escenarios virtuales y, por tanto, generan confianza y seguidores.

A pesar del poder que solemos atribuir a las informaciones sobre salud que se encuentran disponibles en internet, la confianza en el profesional sanitario de referencia sigue prevaleciendo

sobre la influencia de los recursos 'online' e, incluso, un porcentaje notable de ciudadanos admite que las redes sociales inducen a malinterpretar este tipo de informaciones sensibles. Así queda reflejado en los informes anuales del **Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones**. Evidencias que a Serafín le reafirman en su tesis de que el acompañamiento, el aprendizaje compartido, es una de las claves en este nuevo escenario: “Si en los informes de alta o de continuidad de cuidados el profesional sanitario recomienda una web, un recurso o una aplicación fiable, ya tenemos mucho camino recorrido, porque el paciente quiere acudir a internet pero, sobre todo, confía en nosotros, en el recurso que nosotros le recomendamos”.



Teresa Cruz, directora de la Fundación Descubre, durante la presentación, junto a Joan Carles March, director de la Escuela Andaluza de Salud Pública. | Imagen de Charo Valenzuela.

Para llegar a la misma conclusión Fernando se hace la pregunta a la inversa: "Igual que la automedicación, fuera de un cierto orden, es mala y hemos entendido que es necesario consultar antes de tomar nada sin prescripción, en internet esto no es así y a nadie se le ocurre consultar con un profesional sanitario antes de mirar una web, por tanto hay que hacerlo al contrario, tenemos, como dice Serafín, que 'recetar' webs, de manera que sepamos, que el paciente sepa de antemano, que ese recurso es bueno". Pero, claro, para usar esas recetas hay que conocer esas webs e, incluso, ir modulando, a lo largo del tiempo y de la propia información que brinda el paciente, su efectividad real, para mantenerlas o cambiarlas, al igual que un medicamento, y este es un trabajo adicional para el que

La confianza se alimenta en las conversaciones, en la comunicación, y esta debe cuidarse tanto en los medios virtuales como en los presenciales.

no están formados algunos profesionales, un esfuerzo, como indica Fabiani, "que nos saca de la famosa 'zona de confort'", o que, como lamenta Encarni, "no es fácil para un médico de familia, que, a diferencia de un especialista que se mueve en un ámbito más específico, no puede estar al día de todos los recursos disponibles para todas las dolencias que atiende".

Información unificada y accesible

Parece obvio que, llegados a este punto, y al igual que ha ocurrido en otros campos del conocimiento en donde también existe una gran actividad 'online' vinculada a una demanda ciudadana, resultan decisivas las iniciativas que tienden a concentrar y organizar la información disponible. Muchos profesionales disponen de su propio blog que, como es lógico, genera una gran confianza entre sus pacientes y facilita, además, un vínculo directo entre unos y otros, pero no tiene mucho sentido que existan cientos de blogs que se ocupan del mismo tema y ofrecen, más o menos, la misma información. La solución, coinciden Fernando y Serafín, es crear "repositorios donde toda la información se almacene, se organice, se localice con facilidad y sea fiable, de manera que en pocos lugares estén todos los recursos útiles". A estos lugares, añade Fabiani, "seguramente van a acudir también esos profesionales sanitarios que son un tanto reacios a este tipo de herramientas y, además, pueden estar vinculados a

los propios blogs personales que se mantienen vivos para relaciones más directas pero que alimentan a esos grandes repositorios y se benefician, asimismo, del tráfico que ambos pueden compartir".

Lo que flota en todo este diálogo, en todas las estrategias y herramientas que pueden mejorar las relaciones 'online' vinculadas al ámbito de la salud, es la generación, como indica Joan, "de espacios de confianza, lugares en donde todos nos sentimos seguros a pesar de estar moviéndonos en un mundo plural, abierto, diverso...". Es lo que ocurre en los muchos espacios virtuales que ha ido generando la Fundación Descubre, explica Miguel, "donde cualquier información, que puede ser usada por un especialista, por un ciudadano, por un medio de comunicación o por un centro educativo, está validada por los expertos en esa materia, por los propios científicos; ese es nuestro espacio de confianza".

La confianza se alimenta en las conversaciones, en la comunicación, y esta debe cuidarse tanto en los medios virtuales como en los presenciales. "No podemos lanzarnos al futuro sin hacer algo de autocrítica: hablamos del futuro y a veces no aprovechamos los recursos del pasado", reclama Fernando. La simple posibilidad "de que los pacientes contacten con nosotros por teléfono es algo difícil para muchos usuarios", pese a ser un recurso potentísimo para generar esa confianza que, después, puede seguir alimentándose a través de otros canales, porque, precisa Fabiani, "cada canal tiene sus virtudes, y hay cuestiones que requieren una conversación cara a cara, otras que pueden resolverse

por email, por whatsapp o, incluso, por un mensaje directo en Twitter, ¿por qué no?, pero sin olvidar que el directo hay que trabajárselo todos los días, que disponemos de muchas herramientas que no siempre usamos, y que la empatía es la herramienta más poderosa".

Lo que muchos pacientes buscan en internet, recuerda Encarni, es a otros pacientes, "a otras personas que vivan y sientan la enfermedad como yo". En esas conversaciones es en donde se genera la confianza, siempre que también estén "acompañadas" para evitar que en ellas se cuele el "ruido", los remedios milagrosos, las afirmaciones sin fundamento... Y en ese acompañamiento es decisivo el papel de los pacientes formados, de los pacientes activos que, además, tienen el criterio suficiente como para salvaguardar el rigor.

Encarni está convencida de que los escenarios 'online' están ayudando a muchos pacientes a entender mejor su enfermedad y a participar en su tratamiento de manera activa, y que las nuevas tecnologías van a multiplicar, y

simplificar, el acceso y análisis del ingente volumen de información médica que se ha ido atesorando de cada uno de nosotros. "Se nos abre un futuro apasionante, en donde todo está por hacer", celebra Serafín. Un reto que, para Joan y Miguel, exige un aprendizaje compartido en el que habrá que implicar no sólo a pacientes y profesionales sanitarios, sino a la sociedad en su conjunto empezando por los colegios.

Lo ideal en este nuevo escenario, donde tantas ventajas se nos anuncian, sería... ir poco al médico. La verdad es que esa costumbre vale en cualquier circunstancia, con o sin herramientas 'online'. Lo asegura Fernando, que se ha quitado la bata de médico de familia y se ha colocado su nariz roja de clown para poner una guinda de humor al tramo final de este diálogo: "Corremos tanto que nos adelantamos a los síntomas. Miramos tanto internet porque nos han enseñado a estar preocupados, a ser pre-enfermos antes que personas sanas. Hay que disfrutar de la vida y olvidarse de los médicos, acudir mucho al médico es peligroso para la salud".

Los protagonistas, justo antes de finalizar el Diálogos. | Imagen de Charo Valenzuela.



MICHAEL HOSKIN: EL INTÉRPRETE DEL CÓDIGO PÉTREO Y CELESTIAL DE LA PREHISTORIA

Los trabajos de este arqueoastrónomo, catedrático emérito de Historia y Filosofía de la Ciencia por la Universidad de Cambridge, han servido para que los dólmenes de Antequera, La Peña de los Enamorados y el paisaje kárstico de El Torcal se conviertan en Patrimonio Mundial de la UNESCO. Tras sus estudios de más de 3.000 tumbas megalíticas descubrió que, en el dolmen de Menga, los constructores se alejaron del patrón tradicional, que orienta su puerta al sol o la luna, y buscaron un objetivo terrestre. Una orientación que los convierte en únicos. En su última visita a Antequera, el experto invitó a 25 miembros de su familia a “sentir” estas estructuras para poder comprender qué han significado en su vida.

Fuente: Carolina Moya | Asesoría Científica: Michael Hoskin, catedrático emérito de Historia y Filosofía de la Ciencia por la Universidad de Cambridge



Los trabajos del arqueoastrónomo Michael Hoskin han servido para sustentar el reconocimiento de la UNESCO.

“See the giant!” (Mira el gigante), dice un padre a su hijo mientras dibuja con el dedo la formación rocosa que vigila a Antequera (Málaga) y que emula una grandiosa cara, imponente desde que se divisa en la lejanía. Podría ser cualquier padre mostrando la silueta de La Peña de los Enamorados o “indio” como lo llaman los foráneos que circulan por la carretera A92. Sin embargo, esta vez el padre es Michael Hoskin (Londres, 1930), el científico cuyos trabajos han servido para que ese “gigante”, los dólmenes y el paisaje kárstico de El Torcal hayan alcanzado trascendencia internacional, con su declaración como Patrimonio Mundial por la UNESCO.

Este profesor de la Universidad de Cambridge evidenció la singularidad de este dolmen de Antequera con el conocimiento y la autoridad de haber estudiado unos 3.000 a lo largo de su vida, recogidos gran parte en el libro *Tumbas,*

templos y sus orientaciones: una nueva perspectiva sobre la Prehistoria del Mediterráneo (2001). “Menga debe ser el único dolmen de la Europa continental y el Mediterráneo que no fue construido con una orientación hacia el sol o la luna, sino hacia ese gigante que supone La Peña”, asevera.

Como a Hoskin, como a todos, a los pobladores de la zona en torno al 4000 a.n.e. debió imponerles tanto esa mole observadora del cielo que decidieron romper el patrón de construcción ¿Cómo llegó este profesor a esta conclusión?

Los dólmenes son tumbas colectivas que los clanes del Neolítico y de la Edad del Cobre utilizaban para honrar a sus difuntos. Sin embargo, van más allá de una estructura arquitectónica, representan, según Hoskin, la cosmovisión de cada sociedad. Su construcción no era aleatoria, sino que se alzaban siguiendo unas orientaciones precisas,

que implicaban conocimientos de astronomía. Hombres y mujeres se afanaban en levantar sus cámaras funerarias, una vez asegurada y recogida la cosecha, en torno al mes de septiembre. Ese día de inicio de obras estudiaban su cielo para hacer coincidir la alineación de su monumento con el sol o algún otro objeto celestial.

De esta forma, los constructores del pasado legaron su cosmovisión al presente escrita en un código que perduraría a través del tiempo: la piedra y el cielo. Hoskin es arqueoastrónomo, el intérprete de esa particular escritura que utilizaron las sociedades que miraron a la cúpula celeste desde el inicio.

Una aventura que comenzó en Andalucía

Tras una brillante trayectoria científica, al jubilarse en 1988, Hoskin se embarcó en una ambiciosa aventura: medir y analizar los monumentos megalíticos de Europa occidental, el Mediterráneo y el norte de África. Según relata a iDescubre, todo comenzó cuando la catedrática de la Universidad de Granada, Margarita Orfila Pons, a quien llama cariñosamente Maiti, lo invitó a conocer Los Millares, cerca de Almería, para analizar los *tholoi*, un tipo de tumba circular. “Cuando medimos las orientaciones primero pensamos que podrían ser aleatorias. Luego descubrimos que todos miraban al este. Quedaba claro que cuando los constructores comenzaban una nueva tumba necesitaban seguir un patrón”.

Cuando finalizaron el trabajo en Los Millares, se trasladó con Maiti a la localidad de Montefrío, en Granada, donde existía un número similar de tumbas megalíticas, es decir, de piedra. Según Hoskin, aunque constituían dos sociedades totalmente independientes sus construcciones funerarias estaban orientadas aproximadamente al mismo punto cardinal. “¿Cómo era posible? Patrones idénticos en dos culturas y lugares distintos. Esta incógnita me llevó a explorar España, Portugal y otras partes de Europa, las islas del Mediterráneo y norte de África”, enumera.

Al profesor le resulta extraordinario que, cuando las sociedades de agricultores y ganaderos europeas se establecían en un lugar y aprendían agricultura, decidieran erigir tumbas de carácter comunal para sus difuntos y que todas siguieran el mismo criterio en las orientaciones que adoptaron en sus tumbas. “Es simplemente sorprendente. Es como si hubieran utilizado teléfonos móviles, hubieran organizado una videoconferencia y dijeran ¿Qué hacemos? Hagamos tumbas comunales”, enfatiza.

Además de elegir construcciones propias para sus enterramientos colectivos, los clanes prehistóricos utilizaban el cielo para dictar la orientación de sus tumbas. En el libro ‘El Centro Solar Michael Hoskin’, el experto relata el proceso de análisis que siguen los arqueoastrónomos. Éste comienza con la localización de dólmenes de un tipo, de los que se mide su orientación, es decir, la perspectiva celeste imaginaria de los cuerpos desde dentro cuando se mira hacia fuera a través de la entrada. A continuación, se examinan si esas direcciones siguen una pauta. Si la hay, si es hacia un objetivo terrestre o celeste. Si es el cosmos quien determina la orientación pueden ser el amanecer o el atardecer en algún momento del año, el ascenso o descenso de una estrella o la luna en un momento del año.

Con esta metodología y su trabajo de medición en diferentes países, el experto llega a Antequera, donde encontró con un reto. “Mi primera visita a estos dólmenes marcó un hito en mis campañas”, reconoce.

Michael Hoskin: “La Peña de los Enamorados está considerada como un sitio sagrado a lo largo de la historia”.

En este enclave, cada uno de los tres dólmenes es único en su categoría dentro de la región inmediata y no resulta posible establecer un patrón de orientación. “El de Menga se orienta al noreste, muy al norte, donde el sol nunca se ve, y hacia a la Peña de los Enamorados. Es el único de los 3.000 que conozco que tiene un objetivo terrestre, no celestial”, destaca.

Precisamente, el hecho de haber estudiado esa ingente cantidad de construcciones, hace que este intérprete del código del pasado, fuese capaz de descubrir la rareza de este dolmen. Cuando se conocen los patrones de un lenguaje tan particular, es fácil detectar aquel rasgo que difiere del mensaje común.

Al preguntarle si los constructores de este dolmen eran conscientes de su innovación, Hoskin bromea primero diciendo que se debería viajar al pasado para preguntarles. No obstante añade: “Personalmente creo que sí. La Peña es considerada un sitio sagrado a lo largo de la historia”.

Viera y El Romeral

Junto a Menga, esa tumba que se dirige al gigante observador del cielo, en lugar de mirar al cielo por sí misma, se



Vista de La Peña de los Enamorados / Imagen de Javier Pérez González (Archivo del Conjunto Arqueológico Dólmenes de Antequera).

HOMENAJES EN LA CIUDAD DEL SOL

“Que salga el sol por Antequera” asevera un popular dicho y el astro rey no sólo está ligado a la ciudad en la tradición oral o en el nombre de su periódico local más longevo, también protagoniza el **centro solar dedicado a Michael Hoskin**. Una explanada que recibe al visitante en el conjunto de los dólmenes y que facilita la comprensión de la idea sol-orientación que se observa en este entorno.

Desde el pasado mes de abril, otro espacio de la ciudad del sol lleva el nombre de este científico. Los ojos curiosos de Hoskin van descubriendo el entramado de calles mientras llega al Arco de los Gigantes, donde se ubica el nuevo mirador con su nombre. “He visto partes de

Antequera que no había conocido antes y no imaginaba que fuera tan bonita”, destacaba el científico de camino a la inauguración. La nueva plaza está presidida por un busto en su honor que observa ese “gigante” que, como los constructores del dolmen de Menga, él siempre tiene presente cuando visita la ciudad. “Sólo la he visto de lejos, pero soy consciente de que está ahí todo el tiempo”, reconoce.

Una escultura junto a la que su nieto Sam Hoskin no dudaba en inmortalizarse, mientras tuiteaba: “No todos los días se pone un busto a tu abuelo **#Antequera #Dolmen**”

En su viaje a la ciudad malagueña, que calificó como su segundo hogar,

Hoskin también recibió la Medalla de Menga, una pieza en bronce que relata la fundación mítica de Antequera por Hércules. De esta forma, el dolmen se convertiría en la prueba material de uno de los trabajos que el héroe griego desarrolló en la esquina más occidental del mundo mediterráneo.

Así lo describió el cronista de Carlos V, Florián de Ocampo “(...) bajó Hércules de la montaña, y para dejar memoria del portentoso hecho que acababa de realizar, clavó en el suelo veinticinco grandes lajas de piedra, en cuyo centro clavó tres, a modo de pilares, y cubrió el recinto con cinco enormes losas... Al marcharse Hércules para continuar persiguiendo a los hijos de Gerión, dejó aquí pobladores, quedando así fundada Antikaria”.

CIENCIA PARA ALCANZAR UN RECONOCIMIENTO MUNDIAL

La ciencia ha sustentado la difusión del legado de Antequera al mundo. El pasado 15 de julio de 2016, en la 40.ª sesión del Comité del Patrimonio Mundial celebrada en la ciudad de Estambul, el Sitio de los Dólmenes de Antequera fue declarado Patrimonio Mundial de la UNESCO. La declaración pone de manifiesto que reúne el Valor Universal Excepcional por tres motivos. La primera, la magnitud colosal de los megalitos, el segundo, la interacción íntima de los monumentos megalíticos con la naturaleza. Finalmente, las tres tumbas, con el carácter único de sus diseños y sus diferencias técnicas y formales, son una prueba de la coexistencia de las dos grandes tradiciones arquitectónicas megalíticas de la Península Ibérica.

Un equipo científico ha argumentado esa definición del

Valor Universal Excepcional. Investigadores de las Universidades de Cádiz, Granada, Jaén, Málaga, Sevilla, Alcalá de Henares, La Laguna, Las Palmas de Gran Canaria, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), Pompeu Fabra, Cambridge, Southampton y Tubinga han participado en este proyecto.

Sin embargo, el nombre que destaca entre todos ellos es el del doctor Michael Hoskin. Sus investigaciones en Europa y África han fundamentado el criterio de la singular concepción del paisaje megalítico antequerano surgido de una original interrelación entre monumentos culturales y naturales.

A pesar de su aportación, Hoskin hace gala de gran humildad y asevera que sólo ha jugado un pequeño papel, mientras que destaca la labor del director del

Conjunto Arqueológico Dólmenes de Antequera, Bartolomé Ruiz, al que le une una gran complicidad. Tanto es así que, aunque no recuerda el momento exacto de descubrir la singular orientación del dolmen de Menga, piensa que quizás fuese tomando algo con él. "Antequera es el lugar de la sonrisa más grande que yo conozco, la del señor Bartolomé, y también de tres de los dólmenes más grandes de Europa que para alegría de todos fueron designados Patrimonio Mundial. Él trabajó incansablemente para conseguir ese logro", resume.

Un reconocimiento que según Hoskin servirá para atraer a más público a Antequera y que aprecien su importancia. También para proteger el sitio y evitar que ninguna edificación pueda dañar el entorno, porque es precisamente ese entorno es el que posibilita su carácter universal.

sitúa otra construcción diferente: el dolmen de Viera. El profesor destaca que su diseño de construcción se encuentra en escasas ocasiones y su orientación sí resulta habitual: el sol en los equinoccios de marzo y septiembre.

Más alejado de los otros se encuentra El Romeral, una gran cámara de "falsa cúpula" con forma de colmena de abejas, de las que sólo existen 3 ó 4 tumbas similares en España y Portugal. "Su característica extraordinaria es que estos *tholoi* están formados por pequeñas piedras que pueden colapsar. Sin embargo, éste está en perfectas condiciones".

La bóveda de esta construcción y la cámara del dolmen de Menga se encuentran entre los espacios interiores más amplios del mundo. "Su tamaño es enorme", asevera. Su orientación, dimensiones, diversidad y la interacción con elementos de la naturaleza como La Peña y El Torcal han constituido los argumentos para declararlos Patrimonio Mundial por la UNESCO.

Sentir los dólmenes

Para Hoskin, la UNESCO sólo vino a refrendar lo que él ya sintió cuando conoció el sitio de Antequera por primera vez y lo que ha experimentado en sus múltiples visitas: su carácter único. Por eso, el pasado mes de abril, quiso hacer partícipes a 25 miembros de su familia -4 generaciones- del descubrimiento del que se siente más orgulloso. "Es necesario verlo para creerlo. Las pirámides de Egipto no son nada en comparación con los dólmenes".

Durante su recorrido por el sitio, Hoskin transmitió a su propio clan su pasión por estas construcciones. "Pensé que podría ser una oportunidad ver estos dólmenes y apreciar por qué he empleado tanto tiempo midiéndolos. Ellos están viendo la razón de parte de mi vida. Pasando tiempo en los dólmenes, los sientes y los comprendes", enfatiza.

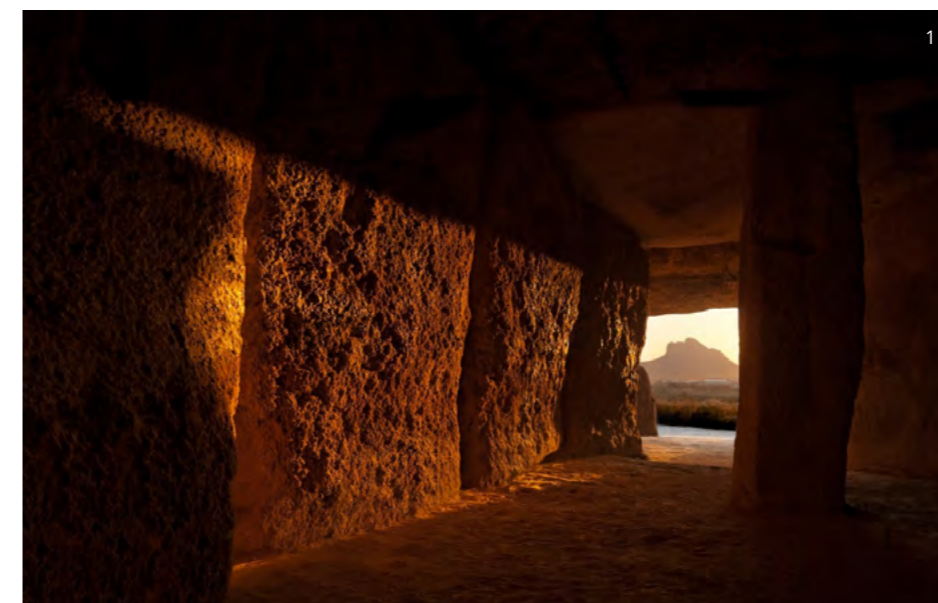
Una labor de comprensión e investigación que convierten a Hoskin en un intérprete de excepción. Él recoge el legado y el mensaje de los pobladores de la Prehistoria y deja los suyos propios en el presente. Su legado permanece en ejemplos como el archivo fotográfico que donó en 2011 a Andalucía, depositado en el archivo del Conjunto Arqueológico Dólmenes de Antequera. Una colección de 5.466 fotografías del norte de África, Europa occidental y algunas islas del Mediterráneo, sobre Megalitismo. Junto a esta documentación ofreció también parte de su biblioteca con 107 publicaciones científicas. Supone una muestra más del afán de este científico por compartir y divulgar su conocimiento.

Su mensaje llega en forma de reflexión: el esfuerzo colaborativo de hombres y mujeres al construir Menga. Se convirtió en el propósito común de todo el clan durante muchos años. Para él, resulta difícil alcanzar esta cooperación extraordinaria en la actualidad y por ello ofrece una enseñanza de las sociedades del pasado a las de hoy.

Así, este intérprete del particular código pétreo y cósmico de las sociedades neolíticas muestra el legado de los antepasados a sus parientes del presente y a toda la humanidad. Una herencia universal escrita con piedra y estrellas.



Michael Hoskin, junto a su busto.



1. Interior del Dolmen de Menga. Javier Pérez González. Archivo del Conjunto Arqueológico Dólmenes de Antequera. | 2. Hoskin y Margarita Orfila. | 3. Familia.

UN ASTRÓNOMO EN EL REINO DE LOS ARQUEÓLOGOS

Por **Margarita Orfila Pons, catedrática de Arqueología de la Universidad de Granada**

Aunque haya estado en otras universidades, la de Cambridge ha sido su hogar. Con investigaciones en aspectos de la Historia de la Ciencia y la Medicina, el dedicarse a la Historia de la Astronomía, junto a fundar, en 1971, el 'Journal for the History of Astronomy', esta magnífica revista de la Historia de la Astronomía, lo condujo a lo que es hoy: un reconocido investigador en el campo de la Arqueoastronomía. Su libro, Tumbas, templos y sus orientaciones: una nueva perspectiva sobre la Prehistoria del Mediterráneo, publicado en 2001, lo dice todo... contiene las orientaciones de unos 3.000 dólmenes, de los cuales 2.000 han sido medidos en persona por él mismo.

Toda una carrera reconocida con premios como Doggett Prize de la Sociedad Astronómica Americana o la medalla Jaschek de la Sociedad Europea para la Astronomía en la Cultura. Miembro honorario de la Royal Astronomical Society y de la Unión Astronómica Internacional, que además le dio su nombre a un asteroide: el 12223 Minor Planet Hoskin. En 2014 fue elegido Académico de Honor de la Real de Nobles Artes de Antequera. A todos estos honores se ha unido este año pasado la medalla de Oro al Mérito en las Bellas Artes, otorgado por el estado español, tras la preceptiva

aprobación del Consejo de Ministros, y que le fue entregada en mano por su Majestad Don Felipe VI en San Sebastián.

Sabemos del cariño que siente Hoskin por el Centro Solar Michael Hoskin en el Conjunto Arqueológico Dólmenes de Antequera. Y es de agradecer su donación a Andalucía de un fondo de imágenes fotográficas, depositado en el Centro de Documentación y Biblioteca Virtual de la Prehistoria de Andalucía Antonio Arribas Palau.

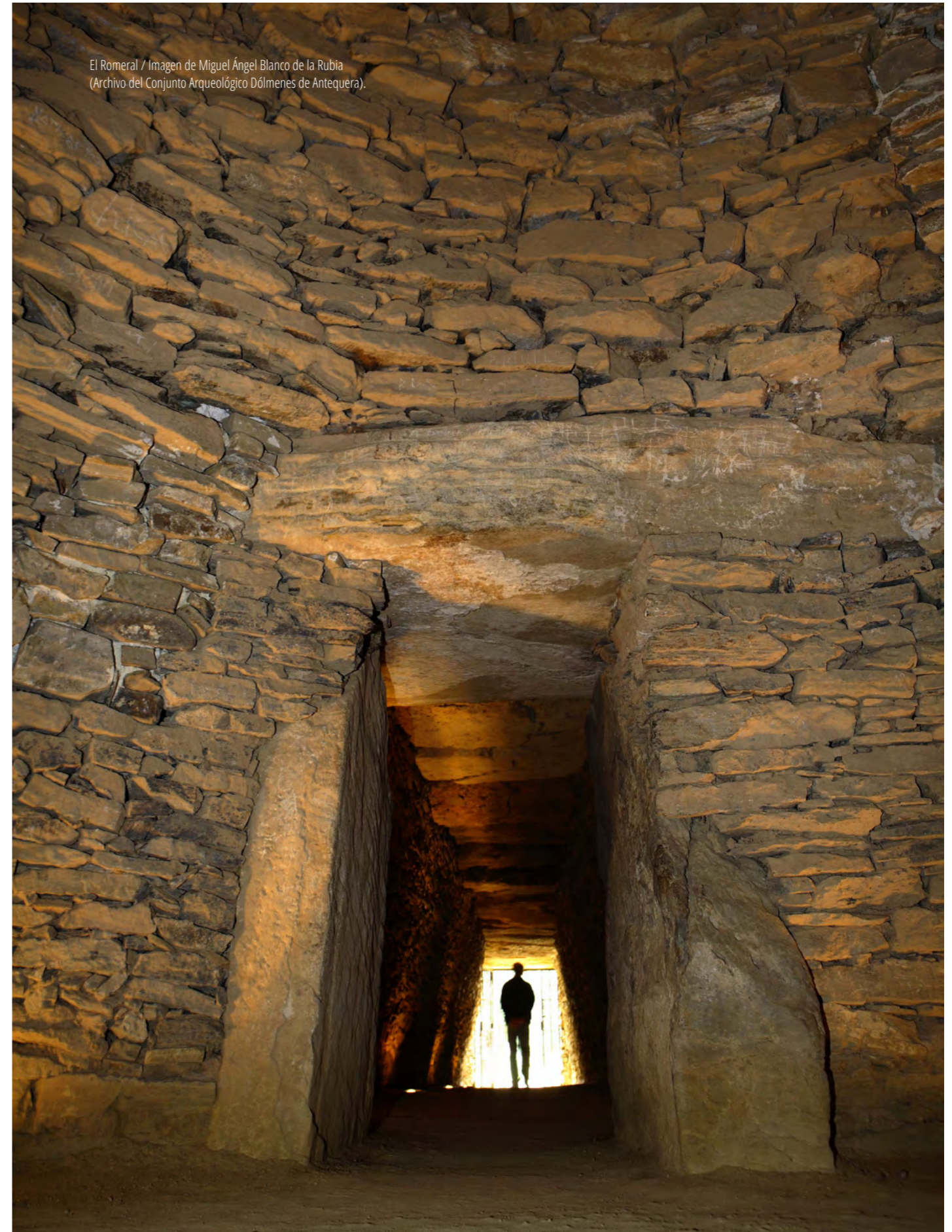
Pero quiero relatar también mi propia experiencia con Michel, con el doctor Hoskin, que se remonta a los ochenta. Siendo yo ayudante de esa otra persona importante en estas tierras, el que se acaba de nombrar, el doctor don Antonio Arribas, William Waldren, que excavaba en Menorca junto al doctor Manuel Fernández-Miranda en el yacimiento de Torralba (Alaior), un santuario de la cultura talayótica con una de las mejores "Taulas" de la isla, me presentaron a un inglés que estaba por ahí, y que tenía interés en mirar las orientaciones de los restos arqueológicos de la mencionada cultura, y en especial de ese tipo de santuarios, y a quién había aconsejado Arribas en ese sentido. Los recorridos que hice con el doctor Hoskin por la isla propiciaron una amistad que perdura hasta día de hoy.

Sólo me arrepiento de una cosa: no haber sabido captar, en ese

momento, lo que él me estaba transmitiendo a nivel académico y de investigación. Es decir, sí me quedé fascinada por lo que me iba contando de lo que iba averiguando en cuanto a lo que decían las orientaciones de los edificios, pero no derivé entonces mi investigación hacia ese campo, al que, de una manera curiosa y por otros avatares, ha acabado siendo parte de mi carrera académica: el análisis de las orientaciones de las ciudades romanas. La vida, realmente, es muy curiosa, y da muchas, muchísimas vueltas.

Analizados los restos menorquines, estudiados algunos de los mallorquines, el doctor Hoskin dio un salto a la península, que es como se dice en mi tierra, y empezó a estudiar los dólmenes de estas tierras andaluzas en donde nos encontramos. Él siempre dice que es culpa mía que iniciara estos nuevos estudios, pero fue su interés, su curiosidad, y ansia de saber, lo que realmente lo trajo por aquí... ¡Y qué bien ha ido! Y puede que algo le comentara en mi estancia, a inicios de los noventa en el Churchill College, al que me invitó.

Es una gozada el haberlo tratado, pero es especialmente importante lo que nos ha transmitido a los arqueólogos, que en vez de ser una especie de osos hormigueros que sólo miramos dentro de la cata, hemos levantado la cabeza, empezamos a hacer de avestruces, mirando los entornos, para acabar como jirafas, mirando al cielo, el cielo de Michael Hoskin, y él, un astrónomo rey en el reino de los arqueólogos.





Tres ejemplos de las imágenes usadas para entrenar el modelo de aprendizaje de inteligencia artificial.

DESCUBRIENDO AL PISTOLERO

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA A LA DETECCIÓN DE ARMAS EN TIEMPO REAL

Fuente: Siham Tabik, Roberto Olmos y Francisco Herrera, miembros del departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial Universidad de Granada.

¿Qué tienen en común los coches autónomos, un sistema de reconocimiento de voz, los buscadores web, los robots industriales, un sistema de traducción automática o un programa que juega al ajedrez? Todos ellos emplean elementos de la inteligencia artificial para resolver problemas del mundo real, son sistemas inteligentes.

Cuando hablamos de inteligencia artificial tendemos a pensar en robots antropomórficos. No obstante, los sistemas inteligentes van más allá de estas máquinas. John McCarthy, organizador del primer evento sobre inteligencia artificial, definió ésta en 1956 como "la ciencia e ingeniería de hacer máquinas que se comporten de una forma que llamaríamos inteligente si el humano tuviese ese comportamiento". El concepto de máquina, artefacto o sistema inteligente que actualmente se utiliza es suficientemente amplio y va más allá de las "máquinas robots".

Cuando hablamos de inteligencia artificial existe una dicotomía: inteligencia artificial especializada o débil e inteligencia artificial fuerte. La primera se refiere a desarrollos concretos de conductas inteligentes en artefactos. Por ejemplo, Deep Blue (desarrollado por IBM) que ganó al campeón del mundo de ajedrez Gary Kasparov en el año 1996; o AlphaGo (creado por Google) que ganó a Lee Sedol, campeón del mundo del juego de mesa Go en el año 2016. Entre ambos sistemas hay dos décadas de diferencia y, consecuente-

mente, tecnologías muy diferentes. El primero, Deep Blue, utiliza un algoritmo basado en el principio Min-Max para juegos con adversario, cuyos desarrollos teóricos fueron propuestos por uno de los matemáticos más relevantes del siglo XX, John von Neumann. El segundo, AlphaGo, utiliza algoritmos de aprendizaje automático, algoritmos de aprendizaje profundo (deep learning) y aprendizaje por refuerzo para mejorar el comportamiento de la evaluación basada en el principio Min-Max. Estos algoritmos permiten aprender jugando a partir de la experiencia previa, reforzando su juego partida a partida.

En segundo lugar, se habla de una inteligencia artificial generalista que se asocia a máquinas que piensen, también denominada inteligencia artificial fuerte, o superinteligencia. Ésta persigue el diseño de "máquinas con mente" en el sentido más literal. En la actualidad los sistemas de inteligencia artificial no piensan por sí mismos. Todavía estamos muy lejos de los sistemas inteligentes de carácter generalista que vemos en la ficción. Películas recientes como 'Her' (2013) y 'ex-Machina' (2015) tienen como protagonistas a sistemas inteligentes que muestran sentimientos y conciencia de su existencia.

Estos dos enfoques nos sitúan en un continuo debate sobre la naturaleza de la investigación y los desarrollos en esta ciencia: sistemas que actúan racionalmente versus sistemas que piensan como humanos.

¿PUEDE PENSAR UNA MÁQUINA?

Volvamos al punto de inicio, el debate sobre la inteligencia artificial. En 1947 Alan Turing, uno de los padres de la ciencia de la computación, pronunció una conferencia ante un auditorio del National Physical Laboratory de Londres en la se planteaba la controvertida pregunta ¿Puede pensar una máquina?, y donde expuso su famoso Test de Turing para determinar si una máquina tiene la capacidad de pensar. Han pasado 70 años y la pregunta de

Turing sigue centrando el debate alrededor de esta ciencia. Estamos lejos de tener una respuesta positiva, tendrán que realizarse muchos nuevos avances para diseñar máquinas inteligentes que excedan la capacidad humana. Pero es inevitable para algunos pensar e inquietarse por la pregunta que planteó Alan Turing y los desarrollos futuros de la inteligencia artificial. Nuestra sociedad deberá analizar sus limitaciones, usos e implicaciones, para que la evolución de los sistemas

inteligentes y su desarrollo sean en beneficio de nuestra sociedad.

Está emergiendo la Cuarta Revolución Industrial que sitúa en el centro del tablero a la inteligencia artificial. La automatización de muchos trabajos, debido a la robótica y los sistemas inteligentes, está provocando el inicio de un interesante debate sobre cómo se definirá nuestro futuro y cómo afectará la implantación de estas tecnologías inteligentes al empleo, la economía y la sociedad.

Lo cierto es que la inteligencia artificial está avanzando muchísimo en los últimos años gracias a la capacidad de aprender de los datos. Ejemplo de ello es el modelo de aprendizaje automático que utiliza AlphaGo. Este modelo de aprendizaje es similar al modelo que utiliza el ser humano, que nace sin saber nada y va acumulando conocimientos a partir de las experiencias vividas. Otro ejemplo es el 'big data' y la integración de las tecnologías inteligentes que procesan y aprenden a partir de la ingente cantidad de información que almacenamos. Estos avances han posibilitado que emerjan novedosas aplicaciones de la inteligencia artificial en todos los ámbitos.

Detección de armas en vídeos en tiempo real

Según la revista del Instituto de Tecnología de Massachusetts, MIT Technology Review, una de las aplicaciones de inteligencia artificial más novedosas en el mes de marzo ha sido la creación del sistema inteligente de detección de armas de fuego en tiempo real que hemos desarrollado Roberto Olmos, Siham Tabik y Francisco Herrera, investigadores de la Universidad de Granada. El trabajo que describe el modelo está disponible en la Cornell University Library y ha sido recientemente aceptado en la revista Neurocomputing.

Este sistema inteligente, que acaba de recibir el Premio Security Forum I+D+i 2017, activa un aviso cuando detecta la presencia de un arma de fuego en una escena de un vídeo. El sistema está basado en el uso de algoritmos de

aprendizaje profundo (deep learning, modelos neuronales artificiales que imitan las conexiones del sistema nervioso). En particular, se utiliza un modelo conocido como CNN (convolutional neural network). El modelo de aprendizaje utilizado para detectar las pistolas se ha entrenado sobre más de 3.000 imágenes que contenían pistolas.

Tres ejemplos de las imágenes usadas para entrenar el modelo de aprendizaje de inteligencia artificial.

Tras el entrenamiento, el sistema adquiere la capacidad de distinguir las pistolas del resto de objetos empuñados por una persona. Posteriormente, cuando procesa una secuencia de vídeo, el sistema localiza la presencia de pistolas en las imágenes y cuando las detecta activa una alarma.

Las aplicaciones de esta tecnología son múltiples. Por ejemplo, la policía podría encontrar en un vídeo las escenas donde se visualicen pistolas sin necesidad de rebobinar horas de grabación. De igual forma, un sistema de cámaras de seguridad podría activar una alerta de la presencia de pistolas sin necesidad de una intervención humana. Así, un joyero que sufra un atraco con pistola en su joyería no tendría que arriesgar su vida intentando pulsar un botón que avise a la policía porque el sistema ya se encargaría de hacerlo. Actualmente, el sistema se centra en la detección pistolas, ya que son el tipo de armas más usado en los crímenes, aunque estamos trabajando para extenderlo a más tipos de armas, como, por ejemplo, armas blancas.



Siham Tabik, investigadora del Programa Ramón y Cajal, Universidad de Granada. siham@ugr.es | Roberto Olmos, estudiante de doctorado de la Universidad de Granada | Francisco Herrera, catedrático del Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial, Universidad de Granada herrera@decsai.ugr.es.

Se ha mostrado el buen funcionamiento del sistema inteligente de detección de pistolas en diferentes escenas de películas muy populares de los años 90, The World is Not Enough, Pulp Fiction, Mission Impossible (Rogue Nation) y Mr. Bean (los vídeos están disponibles en <https://github.com/SihamTabik/Pistol-Detection-in-Videos>). Cuando el sistema detecta un objeto en alguna escena de estos vídeos con una probabilidad de ser pistola mayor al 70%, se destaca el arma con un cuadro de color rojo incluyendo un porcentaje correspondiente a la probabilidad de acierto. A pesar de la baja calidad de los vídeos usados como ejemplo, el detector proporciona una precisión bastante alta y un número de falsos positivos (objetos marcados como pistola cuando en realidad no lo eran) muy bajo en todos ellos.

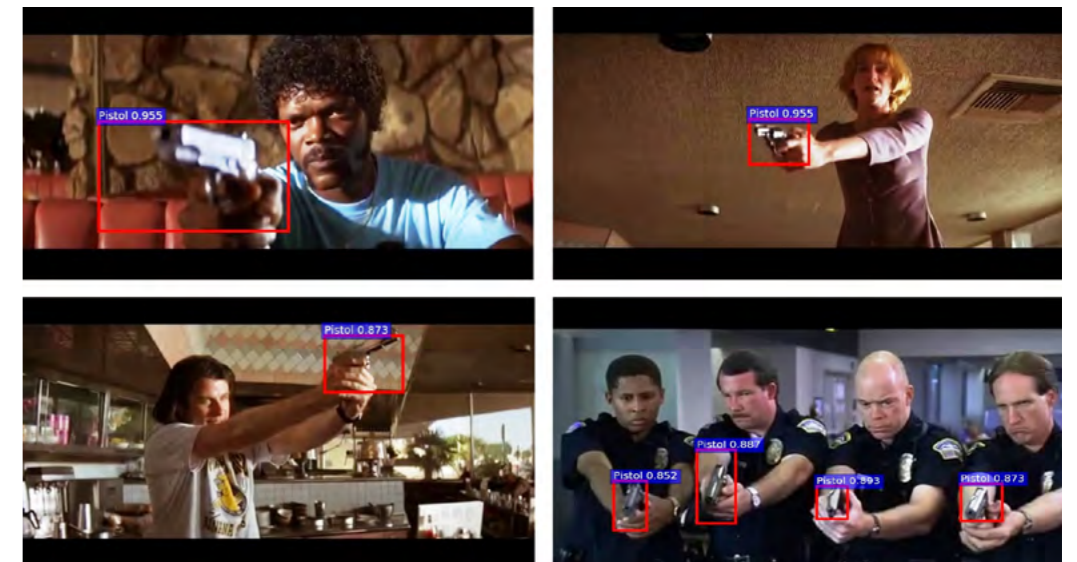
La puesta en marcha del sistema es relativamente sencilla ya que sólo requiere de una simple cámara de vigilancia, un ordenador para analizar el vídeo, y un medio para mandar el aviso a través de una conexión de internet hacia un centro de control, que puede ser policía o una empresa de seguridad.

En la actualidad, ningún trabajo publicado, ni patente,

ni producto comercial trata el problema de detección de pistolas en tiempo real usando aprendizaje profundo. Seguimos trabajando en la mejora de la precisión y robustez del sistema ampliando el conjunto de entrenamiento con imágenes de pistolas en movimiento. Además, estamos extendiendo la detección a un amplio rango de armas y otros objetos.

No cabe duda de que la inteligencia artificial cambiará el mundo. Avances como el sistema automático de detección de armas es un ejemplo de las grandes posibilidades que proporcionará el uso de las tecnologías inteligentes.

Tres escenas de la película 'Pulp Fiction' y otra de la película 'Mr. Bean' con la detección de la pistola indicada con un cuadro rojo y la probabilidad de acierto.





Monitorización remota de las abejas.

'WBEE', EL VIGILANTE DE LAS ABEJAS

Las abejas son unas excelentes centinelas de lo que ocurre en el medio ambiente e incluso en la sociedad. El primer objetivo de la comunidad científica es no sólo no perderlas, sino mantenerlas sanas. Por este motivo es importante conocer qué es lo que pasa en el interior de las colmenas. Un grupo de científicos de la Unidad de Apicultura del Departamento de Zoología y miembros del Departamento de Arquitectura de Computadores, Electrónica y Tecnología Electrónica de la Universidad de Córdoba han desarrollado un sistema de monitorización remota, pionero en España, denominado 'WBee' destinado a facilitar la observación de la actividad de las colmenas a apicultores y científicos sin intervenir sobre ellas.

Fuente: Luz Rodríguez | Asesoría científica: José Manuel Flores

José Manuel Flores, coordinador de la Unidad de Apicultura de la Universidad de Córdoba (UCO), ya no tiene que desplazarse personalmente al campo, libreta y termómetro en mano, a recoger datos sobre la actividad de las abejas. Ya no tiene que abrir las colmenas para ver lo que ocurre en su interior. Sentado en su despacho y gracias a un sistema de monitorización remoto, el investigador recibe en su ordenador, a través de una red wifi y en tiempo real, información sobre lo que está ocurriendo en el interior de la colmena. Y todo ello gracias al proyecto 'WBee', surgido en 2014 cuando Flores y su grupo vieron la necesidad de actualizar los métodos utilizados para estudiar lo que ocurre en las colonias de abejas evitando, en lo posible, las interferencias que se producen en las evaluaciones periódicas de las colmenas, en las que se modifican las

condiciones por el simple hecho de tener que abrirlas para inspeccionarlas. A esto se suma la necesidad de obtener información constante de las colonias.

Lo siguiente fue buscar ayuda para darle forma a esta necesidad. Los encargados de desarrollar la instrumentación necesaria para llevar a cabo este seguimiento son un grupo de ingenieros del Departamento de Arquitectura de Computadores, Electrónica y Tecnología Electrónica de la UCO. "En un principio desarrollamos un sistema de monitorización para la medición de la temperatura y la humedad en el interior de colmenas para aclarar algunas dudas respecto a la termorregulación de las colonias de abejas cuando se usa un tipo de fondo para las colmenas, conocido como fondo sanitario, útil para luchar contra en-

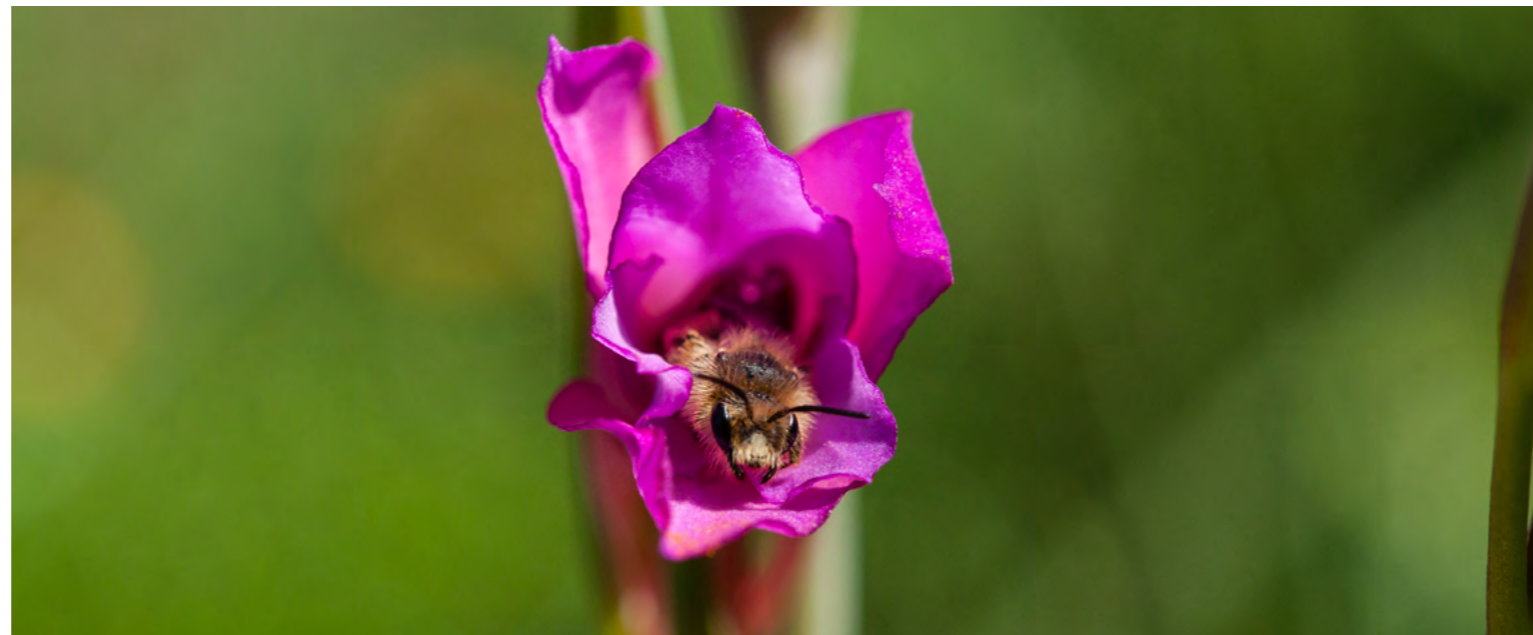
fermedades como el ácaro parásito *Varroa destructor*, que es el principal problema sanitario de las abejas”, explica José Manuel Flores.

Comenzaron a trabajar con el sistema Arduino, una plataforma de electrónica ‘open-source’ o de código abierto muy simple y fácil de usar. Actualmente han desarrollado otro más completo, con base WaspMote (plataforma modular de código abierto para construir redes de sensores inalámbricos de bajo consumo), que permite acceder de forma remota a la información. “Monitoreamos temperatura, humedad y peso en las colmenas. Próximamente vamos a incorporar conteo de las abejas que salen y entran y los sonidos que producen. Finalmente, todo ello más otros factores lo vamos a integrar en una placa de diseño propio que nos permitirá bajar de forma sustancial el precio de los sistemas que ya existen en el mercado”, añade el científico, y continúa, “hemos tomado conciencia de lo importante que pueden ser este tipo de herramientas para conocer mejor a las abejas, desentrañar los problemas de despoblamiento de las colmenas, estudiar los efectos del cambio climático o suministrar a los apicultores herramientas para la modernización de la apicultura”.

El proyecto, hoy en día, tiene una función meramente investigadora, pero sus artífices no descartan su futura aplicación para la apicultura como indica uno de los ingenieros y desarrolladores de ‘WBee’, Juan Luna. “A partir de datos que se están obteniendo y con algoritmos de inteligencia artificial, de Big Data, con los que hemos empezado a trabajar, un apicultor podría saber, con más o menos precisión y en cuestión de horas, cuál es el momento óptimo para ir a retirar la miel. Recibir una alerta en su móvil que le avise de que ha terminado la floración. Es lo que ahora se denomina *Smart farming* o agricultura inteligente”, señala. “El sistema puede alertar al apicultor de si surge algún problema en las colonias o simplemente si se las están robando”, añade Flores.

Lo que pasa dentro y fuera de la colmena

Uno de los retos a los que se han tenido que enfrentar los ingenieros en este proyecto ha sido el diseño de los sensores que van ubicados en distintas partes de la colmena. Los sensores son “atacados” por las abejas que interpretan la presencia de cualquier objeto extraño como un intruso. Los “embadurnan” con una sustancia, el *propoleos*, una resina que extraen de las plantas y con la que recubren y protegen la colmena, a modo de antiséptico natural frente a virus, hongos o bacterias.



Andrena sp in Gladiolus italicus.

Juan Luna y José Manuel Flores.



“Tuvimos que desarrollar un tipo de sensor con una envoltura especial. No usamos ningún sensor estándar de la industria. Es totalmente pionero. Los hemos desarrollado nosotros y es del tamaño de una cajetilla de cerillas”, explica Luna. El artículo sobre el proyecto ha sido publicado, recientemente, por la revista “Sensor” por su novedad a la hora de combinar diferentes tecnologías con las comunicaciones inalámbricas. El reto continúa. Estos ingenieros ya están trabajando en el desarrollo de herramientas software basadas en inteligencia artificial para el agilizar el análisis de la ingente cantidad de datos que les llegan ahora a los científicos a sus ordenadores.

Los sistemas de monitorización permiten conocer la interioridad de la colonia sin generar ningún tipo de perturbación

Los ojos de la comunidad científica están puestos dentro y fuera de las colmenas. “Sin abejas el mundo se transformaría, pero en la escala temporal de la naturaleza dispondría de tiempo para adaptarse a ese cambio. El gran problema de la falta de abejas sería para nosotros, que en un plazo realmente muy breve, nos quedaríamos sin una parte muy importante de nuestros recursos alimenticios y otras muchas materias primas que necesitan a las abejas como polinizadores”, resalta José Manuel Flores.

A esto hay que añadir que para este experto la apicultura es la fuente de ingresos de muchas familias y es una de las actividades que contribuye a fijar en el territorio a las poblaciones rurales. “Es importante conocer lo que pasa en el interior de las colmenas porque la colonia es un macroorganismo con muchos factores actuando a la vez sobre ella. Y la reacción de las abejas a esos factores es lo que marca las posibilidades de supervivencia. La colonia que no supera los factores de estrés se debilita y muere”, recalca.

Para José Manuel Flores “son muchos los elementos de estrés a los que están sometidas actualmente. Sobre todo enfermedades, tóxicos, alteraciones climáticas, falta de alimento y, en ocasiones, el propio manejo de los apicultores. El problema es que si no sabemos lo que está ocurriendo en el interior de la colmena, nos damos cuenta del problema cuando la colonia ya se ha debilitado. Si nosotros abrimos las colmenas con frecuencias, nos convertimos en otro estrés añadido. Por eso es tan importante conocer las interioridades de las colonias sin provocar perturbación, y es ahí donde son especialmente interesantes los sistemas de monitorización”.



Colmena.

“NO HAY QUE CONFUNDIR LA CONSERVACIÓN DE LAS ABEJAS CON LA APICULTURA”

Ignasi Bartomeus
 Investigador en la Estación
 Biológica de Doñana

La actividad de las abejas ha avanzado en el calendario más de 10 días en los últimos años, debido al aumento de las temperaturas. Para un insecto que vive como adulto unas pocas semanas, este avance es mucho. Esta es una de las conclusiones de las investigaciones llevadas a cabo por este experto ecólogo cuyo principal interés es comprender cómo los diferentes factores del cambio global están afectando al funcionamiento de los ecosistemas, principalmente a la estructura y comportamiento de las comunidades de plantas y polinizadores. En 2015, Bartomeus coordinó el escrito publicado por ECOFLOR, grupo de trabajo de la Asociación Española de Ecología Terrestre, alertando sobre la situación de las abejas silvestres en España.

Su trabajo como investigador le lleva a estudiar cómo el cambio global está afectado al comportamiento de algunas especies de animales y plantas y para ello usa como modelo las abejas. ¿Por qué esta elección?

En la Estación Biológica de Doñana pensamos que es un grupo muy diverso, que está afectado por diferentes presiones ambientales y tiene un papel fundamental polinizando a las plantas.

A pesar de que Andalucía es una de las regiones con más biodiversas en cuanto a especies de abejas, sabemos muy poco de su estado de conservación, ¿a qué se debe esta falta de información?

Estudiar insectos no es fácil, porque para la mayoría de especies no hay

datos históricos con los que comparar si ahora hay más o menos que antaño. En mi grupo estamos ahora estudiando cómo la fragmentación del bosque mediterráneo está afectando a las abejas andaluzas y vemos qué especies especializadas en plantas concretas, o de mayor tamaño, son las más amenazadas.

En estos años de estudios como científico experto en polinizadores y ecosistemas ha investigado su comportamiento y evolución y la influencia que sobre ellos tiene el entorno. Habrá llegado a diversas e interesantes conclusiones, ¿cuáles destacaría?

Voy a destacar dos que considero importantes. La primera es que demostramos que la actividad de las abejas ha avanzado en el calendario más de 10 días en los últimos años, debido al

aumento de las temperaturas. Para un insecto que vive como adulto unas pocas semanas, diez días de avance es muchísimo. Por ahora esto no ha roto la sincronía con las plantas (que también han avanzado su floración), pero deberíamos tomarlo como una señal de alarma temprana, y evitar que esta sincronía acabe rompiéndose. La segunda es un poco más controvertida ya que recientemente hemos visto aquí en Sevilla que densidades altas de abejas de la miel pueden llegar a ser negativas, tanto para otras abejas silvestres, que ahora tienen demasiada competencia, como para la flora autóctona, ya que la abeja de la miel es peor polinizadora que otras abejas silvestres. Por tanto, no hemos de confundir conservar la biodiversidad de abejas con la apicultura.

Todas las especies no son iguales. Abejas silvestres y abejas de la miel. ¿Qué papel desempeña cada una?

La mayoría de la gente se sorprende cuando explico que tan solo en España hay más de 1000 especies de abejas diferentes. Eso es el doble que de pájaros. La abeja de la miel sólo es una especie, y muy particular, ya que está manejada por el hombre. Si imaginas un juego de encajes de niños, cada pieza encaja en un agujero diferente. Lo mismo pasa con las abejas, cada especie de abeja encaja en diferentes flores y por tanto, todas son importantes y complementarias. El papel de la abeja de la miel es importante desde un punto de vista económico para el apicultor pero no para la conservación del ecosistema.

Desde hace unos años, son cada vez más frecuente las informaciones y campañas alertando de la desaparición de las abejas, ¿hasta qué punto

esta preocupación responde a la realidad tanto a nivel nacional como internacional?

A nivel mundial muchas especies de abejas están desapareciendo debido a pérdida de hábitat u otras amenazas, pero hay especies que pueden adaptarse bien a vivir en ambientes humanizados. Por tanto tenemos un escenario donde hay muchas especies perdedoras, y pocas ganadoras. La abeja de la miel es un caso aparte, porque sus números dependen de factores socio-económicos. Paradójicamente, aunque colonias de la abeja de la miel están sufriendo mortalidades más altas que nunca, sus poblaciones se están incrementando tanto en España como a nivel mundial. Eso es porque hay más apicultores que nunca.

¿Por qué es tan importante estudiar a las abejas? ¿Por qué está tan preocupada la comunidad científica por su situación?

Las abejas son una pieza clave del ecosistema porque son los polinizadores más eficientes. El 80 % de las plantas necesitan de polinizadores para reproducirse, y eso incluye el 75% de los cultivos que nos comemos, sobre todo las frutas y verduras. Por tanto, tanto para conservar la naturaleza como para beneficiarnos de sus servicios gratuitos a través de la agricultura, es importante entenderlas.

Entenderlas...y conservarlas. En ese sentido, ¿cuáles son los principales factores que amenazan su supervivencia?

Las abejas silvestres están adaptadas a vivir en ambientes silvestres, por tanto la amenaza principal es su destrucción. De todas formas, muchas especies pueden sobrevivir en zonas agrícolas o hasta en ciudades. Para este grupo, el abuso de los pesticidas puede ser muy negativo. Además, la vida de los insectos viene regulada por la temperatura (cuándo reproducirse, cuándo alimentarse) y el cambio

Dasygaster sp in Cistus salvifolius.



Ignasi Bartomeus.



climático ya está teniendo efectos negativos visibles, como la desaparición de ciertas abejas de montaña, que notan primero los cambios. Por último, las especies exóticas (especies introducidas por el hombre), pueden competir ferozmente con las nativas, y sobre todo introducir nuevos patógenos para los cuales las nativas no tienen defensas.

¿Cómo afecta su desaparición a la producción de cultivos

Respecto a la actividad agrícola, tenemos datos claros que la producción de los cultivos se reduce de un 10 a un 30 % en campos de cultivo intensivo donde no llegan los polinizadores.

¿Qué posibles soluciones contemplan los científicos a medio y a largo plazo?

Las soluciones más sencillas y efectivas son las más complicadas a nivel político. Conservar mejor los espacios naturales, tener sistemas agrarios más respetuosos que minimicen el

uso de pesticidas y mantengan espacios verdes o regular la importación de animales exóticos es necesario. Ya se ha avanzado mucho en estos frentes, pero hace falta avanzar mucho más. A largo plazo hemos de frenar el cambio climático, y eso no solo por las abejas, sino por nuestro propio bien. Todos podemos ayudar a este cambio y no vale dejarlo en manos políticas.

En la Universidad de Córdoba se está llevando a cabo un proyecto de monitorización de la actividad de las colmenas, ¿hay preocupación entre la comunidad científica andaluza por estudiar lo que está pasando? ¿Se está investigando suficientemente sobre este tema?

Siempre quedan muchas cosas que no comprendemos bien, y hay que seguir investigando. Por ejemplo, no tenemos datos sobre cómo están las poblaciones de la mayoría de especies de abejas de Andalucía. De todas maneras investigar no es suficiente. Tenemos datos contrastados de que es necesario actuar ya, y hay que usar

este conocimiento científico para hacer mejores políticas de conservación.

En 2015 un grupo de científicos del grupo de trabajo ECOFLOR, publicó un escrito donde se alertaba de la situación de las abejas silvestres. ¿Qué les llevó a llevar a cabo esta iniciativa?

La idea principal que nos movió es que por una parte se ha incrementado mucho la preocupación por las abejas, pero por otro lado, hay mucha confusión al respecto. Este artículo fue una manera de mostrar los puntos clave de una forma científicamente informada y evitar malentendidos.

ECOFLOR es un grupo de trabajo de la Asociación Española de Ecología Terrestre (www.aeet.org). Está formado por un grupo muy heterogéneo de investigadores de toda España con unos intereses comunes en entender la evolución y ecología de plantas y polinizadores. Nos reunimos periódicamente para compartir conocimiento y hacer acciones conjuntas.

Monitorización de las abejas.





Manipulación de envases / Hidroituango.

ECONOMÍA CIRCULAR DESDE

EL VALLE DEL ZALABÍ

Laurent Fabius golpeó con su maza la mesa y el mundo entero aplaudió. Concluía la **Conferencia de París (COP21)**, con una euforia sostenida y un acuerdo mundial para mitigar el cambio climático. Entre los consensos alcanzados aquellos días esperanzadores del otoño de 2015, hubo un llamamiento a las ciudades en favor de la economía circular. En el valle del Zalabí (Granada), ese concepto no sonaba lejano, a pesar de ser proclamado por decenas de altas autoridades estatales a 1.700 kilómetros de distancia. Desde hace siete años, la empresa **Sulayr Global Service** lo desarrolla en una planta "única en el mundo" de separación y reciclaje de plásticos empleados en envases de alimentos.

Sulayr Global Service es una compañía constituida en mayo de 2009 y con actividad industrial desde 2010, describe su CEO, Alberto Ariza Herrerías. Se basó en ese principio económico que imita los flujos de la naturaleza en los ciclos de vida de los productos. "El plan de empresa ya contemplaba la economía circular como uno de los atractivos del proyecto", recuerda. Junto con otros tres socios, cada uno procedente de una rama del conocimiento diferente (él es economista, el resto del equipo fundador está compuesto por un ingeniero químico, desarrollador de la tecnología, un comercial y un técnico de producción), partieron de una planta convencional de reciclado de plásticos para desarrollar una idea innovadora: recuperar de forma integral las diferentes poliolefinas que componen los envases alimentarios, como una *pizza* precocinada o una bandeja de loncheados. "Es un reciclaje único en el mundo", resume.

Estos envases, cada vez más visibles en los lineales de supermercados y otros puntos de venta, están compuestos por capas de diferentes plásticos: fundamentalmente el polietileno y el PET. Las plantas de recuperación del

Planta de Sulayr Global Service en El Valle del Zalabí.



El Grupo Sulayr tiene capacidad para recuperar 44.000 toneladas de los materiales plásticos complejos

Fuente: Luz Rodríguez
Asesoría científica: Alberto Ariza



Reciclaje de plásticos en Alhendín, Granada / Imagen de Carlos Espejo.



grupo están especializadas en la deslaminación de uno y otro material. El polietileno es el rey de los plásticos, con multitud de formas y usos. La tecnología para su revalorización está muy desarrollada. El PET, siglas en inglés de tereftalato de polietileno, es menos conocido. Su símbolo, un triángulo equilátero compuesto por tres flechas aparece, por ejemplo, en la base de las botellas de plástico. Su reciclaje requiere una recogida selectiva, más especializada. El proceso de degradado químico para su reutilización difiere del polietileno.

A partir de un procedimiento fisio-mecánico, la empresa granadina rompe el adhesivo que liga el PET al polietileno en los envases alimentarios y los separa. Es lo que la hace diferente del resto. El desarrollo es novedoso a nivel mundial, y la compañía es muy cuidadosa a la hora de describirlo. No en vano, lo ha protegido con dos patentes y trabaja en el desarrollo de reciclaje de otros plásticos multicapa o plásticos complejos. La empresa recoge los recortes de los envases con los que empresas alimentarias cubren sus productos. Estos desechos son transformados en una nueva materia prima lista para el uso. El polietileno recuperado se destina a tubos o films. El PET se convierte en *flakes*, un material moldeable en forma de escamas transparentes con los que se vuelven a fabricar envases.

En total, la empresa cuenta con tres factorías y unos 125 empleados entre España y Austria. La planta de separación de plásticos emplea a 42 personas. En Arnoldstein

hay una gemela, de reciente creación (en la frontera con Italia y Eslovenia), donde se está replicando este modelo. En conjunto, el grupo facturó en 2016 unos 11,6 millones de euros, de los que aproximadamente 6,5 corresponden a este desarrollo innovador. El resto de la actividad es reciclaje convencional de botella RPET. En total, tienen capacidad para recuperar 44.000 toneladas de plásticos.

Con la revalorización de estos polímeros, la empresa mitiga el impacto de la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera. Cierra el círculo y reduce la producción de nuevo plástico. El concepto de "economía circular" tiene su lógica. El mundo es finito, delimitado por su superficie. Sus recursos físicos también lo son y claro, se agotan. Una economía basada en el consumo de materias primas sin considerar su reutilización es irreal. La economía circular parte de que un residuo sirve de fuente de materia prima para otro proceso industrial. De esta manera, se dan segundas vidas, se limita la dependencia energética de los países productores de petróleo y se cuida el medio ambiente.

El compromiso municipal de 57 localidades

En este sentido, la capital de Andalucía acogió el 15 de marzo de 2017 la puesta en escena del primer esfuerzo europeo para desarrollar la economía circular en las ciudades. Más de cincuenta municipios han respondido ya al llamamiento de COP21 y se han sumado en favor de esta concepción socioeconómica. El compromiso de

las ciudades europeas, entre las que están Ámsterdam, Copenhague o Milán, pero también Córdoba, Granada, Sevilla, Jaén o Bustarviejo (2.300 habitantes, en la sierra de Guadarrama, Madrid) se plasmó en la Declaración de Sevilla.

El documento plasma la promoción de un modelo de desarrollo urbano sostenible, el incremento en los esfuerzos para reducir impactos ambientales, climáticos o sobre la salud y el desarrollo de estrategias para llegar al vertido cero, para fomentar el reciclaje (en particular de biorresiduos), y la reutilización de estos subproductos.

Comprometer a los gobiernos municipales es clave para implantar el sistema circular en la economía. Las Naciones Unidas estiman que en 2050 el 70% de los habitantes del planeta vivirán en zonas urbanas.

De cuna a la cuna

En 2012, una Unión Europea aún renqueante por la crisis económica, lanzó un manifiesto para convertir el territorio

comunitario en un espacio eficiente de recursos. "En un mundo con presiones ambientales cada vez mayores, la UE no tiene otra elección que impulsar la transición hacia una economía circular y regenerativa". Los entonces 28 Estados miembro se comprometían a alcanzar el 75% del reciclaje de los residuos urbanos en 2030 y la eliminación de vertederos en todo el continente.

La economía circular va adquiriendo importancia progresivamente desde que en los años noventa, un arquitecto estadounidense, William McDonough, y un químico alemán, Michael Braungart, acuñan el concepto "de la cuna a la cuna". Observan que todos los productos elaborados por la industria se podrían dividir en dos grupos: nutrientes biológicos y nutrientes técnicos. Los primeros se reintegran en el ciclo vital de la naturaleza, ya sea a partir de procesos sencillos como los restos de un alimento usado como abono, ya sea con procedimientos más complejos como la extracción de ciertas moléculas. Los denominados nutrientes técnicos son aquellos subproductos que se pueden ensamblar de nuevo para formar otros. El plástico es el caso más habitual.

Tubo construido con polietileno reciclado.





Ramón González Sánchez.

“¿EL FUTURO EMPRESARIAL? HUMANOS Y MÁQUINAS”

Ramón González Sánchez –1982, Almería- es ingeniero informático y doctor en Robótica por la Universidad de Almería –recibió el premio a mejor tesis doctoral en 2016-. Este mismo año, 2017, ha recibido la Medalla de Oro de Andalucía, un reconocimiento a la trayectoria profesional de este investigador andaluz, que tras su labor como docente en las universidades de Almería y Zaragoza, desde septiembre de 2014 forma parte del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) en Boston, Estados Unidos, donde desarrolla proyectos I+D para la NASA destinados a mejorar la movilidad de los robots durante posibles misiones planetarias a Marte y la Luna. En su currículum profesional, además de encontrar múltiples publicaciones científicas y dos patentes relacionadas con robots móviles, ha cristalizado, en forma de libro, ‘¿Innovar o morir? Esa es la cuestión’, su pasión por la divulgación científica y la defensa férrea de la rigurosidad en la investigación y el valor humano de los investigadores como dos caras de una misma moneda hacia el éxito científico.

Fuente: José Teodoro del Pozo Cruz | **Asesoría científica:** Ramón González

Antes de desarrollar su labor profesional en Estados Unidos, trabajó como docente en las universidades de Zaragoza y Almería, ¿qué piezas tuvieron que encajar para llegar a su actual puesto en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, un centro que acumula, hoy día, 78 Premios Nobel entre profesorado y alumnado?

La experiencia vivida tiene como resultado el lugar donde hoy trabajo. Durante mi etapa en Zaragoza el MIT publicó una convocatoria a nivel internacional en la que solicitaba una persona para el grupo de Movilidad Robótica. Me presenté y, tras dos entrevistas por Skype, fui seleccionado. En el proceso fue importante conocer el trabajo del

que podría ser mi supervisor, Karl Iagnemma. Además, las contribuciones desarrolladas en mi tesis doctoral y durante mis estancias en la Universidad de Sevilla y el Instituto Tecnológico Suizo –conocido como ETH y ubicado en Zurich– también fueron importantes, ya que casaban muy bien con los requisitos exigidos para el puesto.

En septiembre de 2014 comienza a formar parte del grupo de Movilidad Robótica del MIT. Allí colabora con proyectos I+D para la NASA destinados a posibles misiones a Marte y la Luna. ¿Qué puede contar?

Trabajamos para resolver determinadas dificultades de movilidad en robots de exploración planetaria.

¿De qué complicaciones se trata?

Uno de los retos más importantes en el pasado y también hoy día en la movilidad de robots de exploración planetaria es el deslizamiento de las ruedas. Éstas ‘patinan’ cuando el vehículo se desplaza por terrenos de arena suelta o donde existe una cierta pendiente; por ejemplo, esto último ocurre con bastante frecuencia en Marte y en la Luna, cuya superficie es bastante irregular.

¿Y cómo los solventan?

Empleamos sensores a bordo del vehículo para detectar, mediante algoritmos de inteligencia artificial, cuando tiene lugar esa condición de deslizamiento y qué acciones de control debemos generar en el robot para resolver la situación. Éstas pueden ir desde cambiar la velocidad de las ruedas, modificar la ruta o emitir una señal de alerta para que el equipo de Tierra decida qué hacer. Todo ello en tiempo real.

¿Cuál es la principal novedad o aportación de este tipo de sistemas?

Intentar ser generalistas. Esto es, aunque el vehículo se desplace sobre arena suelta o cierta pendiente, que seamos capaces de detectar ese deslizamiento. El objetivo, en definitiva, es que el algoritmo propuesto funcione en todas las condiciones de superficie que se puede encontrar un vehículo de exploración planetaria.

Igualmente, también ha participado en una investigación para la OTAN, junto al ejército de Estados Unidos y los países miembros, en el que será nuevo software de simulación de vehículos militares. ¿Cuál fue su función?

En concreto, nos encargamos del análisis de rutas. Imaginemos que

queremos ir del punto A al B. Disponemos de un mapa topográfico de ese entorno y la idea es seleccionar el itinerario más eficiente -que muchas veces no se trata, precisamente, de una línea recta-. Debemos asumir que existe 'ruido', es decir, incertidumbre, por lo que será necesario buscar los mejores caminos de bajo consumo de combustible capaces de esquivar, por ejemplo, colinas, dunas o rampas.

Dicho trabajo está destinado a integrarse en el citado software, aún en proceso de diseño, ¿pero puede explicar cuál será el uso final de los vehículos en los que se implante esta tecnología?

Diversos. Hablamos de vehículos militares conducidos por personas o robots autónomos destinados a introducirse en lugares donde existe algún tipo de conflicto y se necesita, por ejemplo, el transporte de tropas, materiales médicos, refugiados o personal.

Cambio de tercio. El tiempo pasa sin remedio. En el imaginario colectivo existe incertidumbre sobre cómo afectará el desarrollo tecnológico a la vida laboral y social de las personas. ¿Qué está por venir?

Echemos la vista atrás. Revisemos la historia. Durante la Revolución Industrial -siglos XVIII-XIX- los trac-

Ramón González: "La historia nos demuestra que los avances tecnológicos mejoran nuestra vida. Aquellas compañías que entiendan y sepan sacar partido a las nuevas tecnologías llegarán al éxito empresarial".



tores, por ejemplo, reemplazan a los animales a la hora de labrar el campo. La maquinaria, en general, llegó para quedarse y hacernos mejores y más eficientes.

¿Qué lección es posible extraer?

La historia nos demuestra que los avances tecnológicos mejoran nuestra vida. Es más, fíjese, las empresas que han sabido sacar partido de las nuevas maquinarias son también las que han triunfado. El objetivo, por ende, no es arrebatar puestos de trabajo, todo lo contrario, es crear nuevas oportunidades de negocio. Y para ello debemos

formarnos en consonancia con esta evolución, ya que, insisto, el futuro empresarial está en aquellas compañías que sepan ver la necesidad de desarrollar procesos o productos de la forma más eficiente posible colaborando con máquinas. El futuro es humanos y máquinas.

¿El futuro ya está aquí?

Vivimos una época apasionante. La tecnología presenta un estado de maduración muy importante, ha salido de los centros de investigación o las empresas y se está aplicando en nuestra vida cotidiana. Como curiosidad, actualmente nuestros

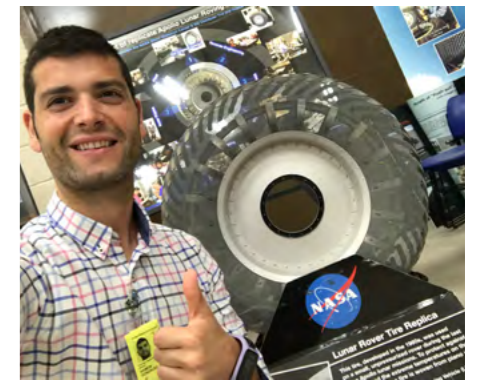
ordenadores cotidianos son mil veces más potentes que el computador que llevó al hombre a la luna.

Permítame, antes de concluir, hablar de su libro, '¿Innovar o morir? Ésa es la cuestión', del que acaba de publicar una segunda edición. Empezando por el principio, ¿qué pretende plasmar con el titular?

- Que no me escondo. Es un alegato al paradigma que vivimos hoy día. No hay punto medio: o apostamos por la investigación, el desarrollo y la innovación, o nos quedamos fuera del sistema. Es decir, hablo de países, empresas, centros de

investigación o universidades. El presente, también nuestro futuro, necesitan crear productos competitivos. No apostar por ello es morir, esto es, tendremos que comprar la tecnología de fuera o bien, directamente, la propia tecnología nos absorberá y tendremos que aceptarla sin tener ninguna capacidad de decisión en ella.

Para ello hace falta inversión... Invertir suele ser sinónimo de administración pública. En mi opinión, la financiación más importante debe proceder de la empresa privada, ya que conocen de primera mano cuáles son las



Colaboración con un centro de la NASA. Rueda del vehículo lunar que utilizaron los astronautas de la misión 'Apollo' para moverse por la Luna. En Cleveland, EEUU.



Ramón González, Medalla de Oro de Andalucía 2017.

Robot de exploración planetaria durante pruebas de movilidad en campo. Pittsburgh, EEUU.

necesidades de las personas y deben disponer de los mecanismos para construir tecnología que solucione esas carencias.

Su libro es también un alegato al valor humano de la investigación.

El éxito de la universidad donde trabajo, la mejor del mundo en el ámbito de la tecnología, es debido a cómo valoran a sus personas, su apoyo cuando flaquean en algún punto para que se formen o los valoran en igualdad de condiciones sin tener en cuenta raza, edad o influencias.



El corazón humano.

¿CÓMO SE TRATAN LAS CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS?

Las cardiopatías congénitas son afectaciones cardiacas presentes ya desde el nacimiento. De hecho, se trata de una de las malformaciones fetales más frecuentes, un problema que afecta a ocho de cada mil bebés en España. Hospitales de Andalucía han sido pioneros en la asistencia integral de este tipo de patologías, estimándose en nuestra comunidad una incidencia de setecientos nuevos casos cada año. Muchos de estos niños y niñas, hasta hace tres o cuatro décadas, fallecían irremediablemente porque sus cardiopatías eran incompatibles con una vida larga. Los avances en medicina cardiovascular, sin embargo, han permitido que estos pacientes alcancen la vida adulta con un corazón quirúrgicamente 'reparado'.

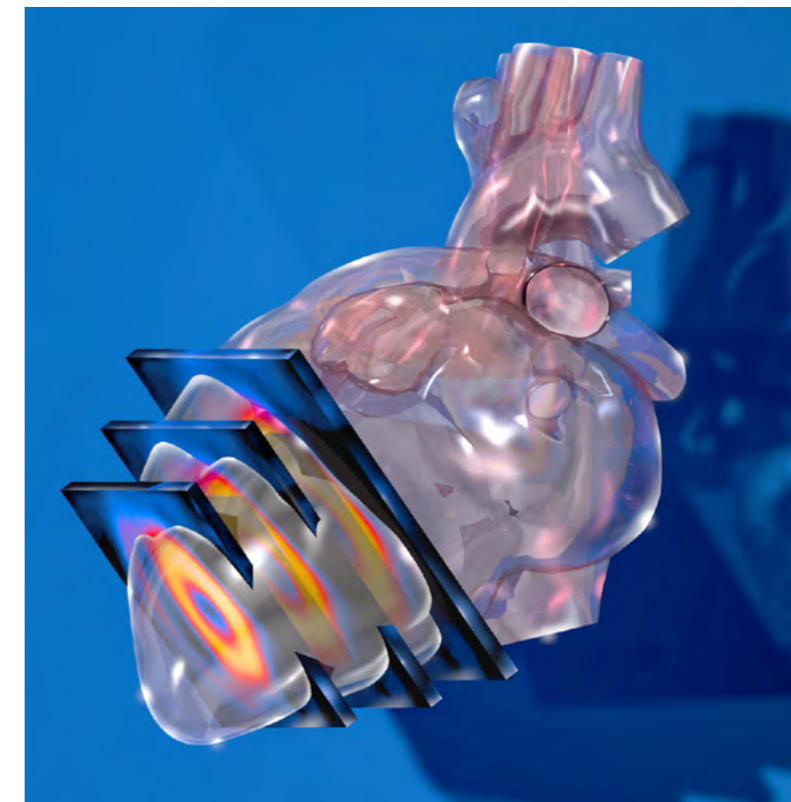
Fuente: Luz Rodríguez | Asesoría científica: Kety Maya, Pastora Gallero e Israel Valverde

Las cardiopatías congénitas tienen su origen normalmente en algún tipo de defecto por una alteración en la formación del corazón durante la gestación. Esta alteración, que afecta a alrededor del 1% de los recién nacidos, se traduce en conexiones anómalas entre distintas cavidades del corazón, o entre éste y los grandes vasos. "Es una de las malformaciones fetales más frecuentes -explica a iDescubre Kety Maya, cardióloga pediátrica del Instituto Hispalense de Pediatría. Afortunadamente, el mayor porcentaje son cardiopatías 'leves' por defectos septales interauriculares o interventriculares (fallo en el desarrollo del tabique que separa ambas cavidades) que pueden repararse durante la infancia mejorando notablemente la expectativa vital de estos pacientes".

Y es que las cardiopatías congénitas son muy numerosas y diferentes entre sí. En concreto, podrían dividirse en tres grandes grupos: las simples, en las que la reparación quirúrgica hace que la expectativa y calidad de vida de los pacientes sea prácticamente igual que la de la población general; las moderadas, en las que la reparación no consigue igualar las expectativas de vida de los pacientes a la población en general, si bien el resultado se acerca mucho, aunque los pacientes tienen lesiones residuales que obligan a intervenciones durante la vida adulta, y por último, las cardiopatías complejas, en las que las expectativas vitales son bastantes reducidas.

Para detectarlas, el primer paso es el reconocimiento de los signos clínicos por el pediatra en el control seriado que se hace a todos los niños y niñas en los controles del niño sano. "El soplo cardiaco, la cianosis, el fallo de medro (retardo del crecimiento) o la polipnea (elevación de la frecuencia de respiración profunda) son los signos más importantes. La confirmación se realiza normalmente mediante la ecocardiografía, técnica inocua, indolora y de muy alta rentabilidad", indica la doctora.

El corazón humano en 3D.



A este respecto, las técnicas de diagnóstico han experimentado una gran evolución en los últimos años. "En apenas 30 años se ha pasado de contar solo con tus manos y tus oídos y una radiografía de tórax, a contar con potentes ecógrafos en 3D que te dan una información precisa de los detalles más pequeños del corazón, incluso en estadios iniciales de la vida fetal", destaca la pediatra. La resonancia, el TAC, los mapeos intracardiacos en arritmias y la monitorización de la actividad eléctrica con dispositivos cada vez más pequeños y fáciles de llevar han revolucionado la manera de acercarse a las cardiopatías congénitas en las últimas décadas.

El amplio y variopinto grupo de enfermedades que conforman este tipo de dolencias cardiacas hace que sus tratamientos sean también muy variados, como indica la experta: "En muchos casos nos limitamos a monitorizar su evolución porque algunas pueden corregirse espontáneamente o no tener repercusión. En otros casos la solución será más invasiva precisando cateterismos intervencionistas o cirugía cardiaca".

Si importante es el papel de los profesionales también lo es el de las familias de estos pequeños pacientes. Los padres y madres de niños y niñas afectados por cardiopatías congénitas juegan un papel trascendental. "En algunas ocasiones son pacientes que precisan visitas al hospital y adaptarse progresivamente a circunstancias muy distintas a las de otros niños. Los padres son los que consiguen que eso no les afecte en el día a día y que muchos niños tengan vidas normales sin sentirse limitados en absoluto. Realmente, me siento una privilegiada por poder trabajar codo a codo con ellos porque en la mayor parte de los casos aprendemos los médicos mucho más de ellos que lo que podamos aportarles. Como decía Gregorio Marañón, un médico tiene que tener la conciencia cierta de que,

tenerse progresivamente a circunstancias muy distintas a las de otros niños. Los padres son los que consiguen que eso no les afecte en el día a día y que muchos niños tengan vidas normales sin sentirse limitados en absoluto. Realmente, me siento una privilegiada por poder trabajar codo a codo con ellos porque en la mayor parte de los casos aprendemos los médicos mucho más de ellos que lo que podamos aportarles. Como decía Gregorio Marañón, un médico tiene que tener la conciencia cierta de que,

donde no llega la ciencia, siempre llega el amor, y eso es algo que las familias nos enseñan a diario”, subraya la pediatra.

Sin embargo, no todos los casos son similares y la calidad de vida de los pacientes depende del grado de gravedad de su dolencia. En el caso de las cardiopatías leves o simples, la mayoría de los afectados tienen vidas sin limitación, mientras que en el caso de las cardiopatías más severas (las menos frecuentes), los niños tienen que pasar varias veces por quirófano y terminar probablemente con un trasplante cardiaco en la juventud.

Entre las causas cardiovasculares de muerte más frecuentes se sitúa, en primer lugar, la insuficiencia cardiaca. A continuación está la muerte súbita.

“En cualquier caso, es importante que contemos con los medios adecuados para hacer frente a lo que puedan necesitar”, indica Kety Maya, que añade que “se está avanzado a pasos agigantados en muchos campos, como en el de la cardiología intervencionista con dispositivos cada vez más pequeños, en el terreno de las arritmias con disponibilidad de marcapasos y desfibriladores adaptados a estas edades tan tempranas, y en el diagnóstico de imagen con técnicas más eficaces sobre todo en época fetal”.

La transición de niño a adulto con un corazón reparado.

El desarrollo de la medicina cardiovascular ha permitido que niños y niñas con cardiopatías congénitas alcancen la vida adulta, aunque con posibles secuelas y lesiones que van a modificar sus expectativas y sus características vitales durante esta etapa. A la atención de los problemas clínicos que padecen los pacientes ‘con un corazón diferente’ es a lo que se dedican los profesionales que trabajan en las Unidades de Cardiopatías Congénitas del Adulto (UCCA).

Las últimas estimaciones apuntan que Andalucía registra entre 16.000 y 18.000 pacientes adultos con una cardiopatía congénita. Sin embargo, las UCCA atienden a menos de 5.000. “Muchos pacientes se han perdido porque la transición de paciente niño a adulto no se ha hecho de manera adecuada”, señala Pastora Gallego García de Vinuesa, jefa de sección en Cardiología del Hospital Universitario Virgen

Macarena y coordinadora de la Consulta Monográfica de Cardiopatías Congénitas del Adulto y de la Unidad de Técnicas Diagnósticas por Imagen en Cardiología.

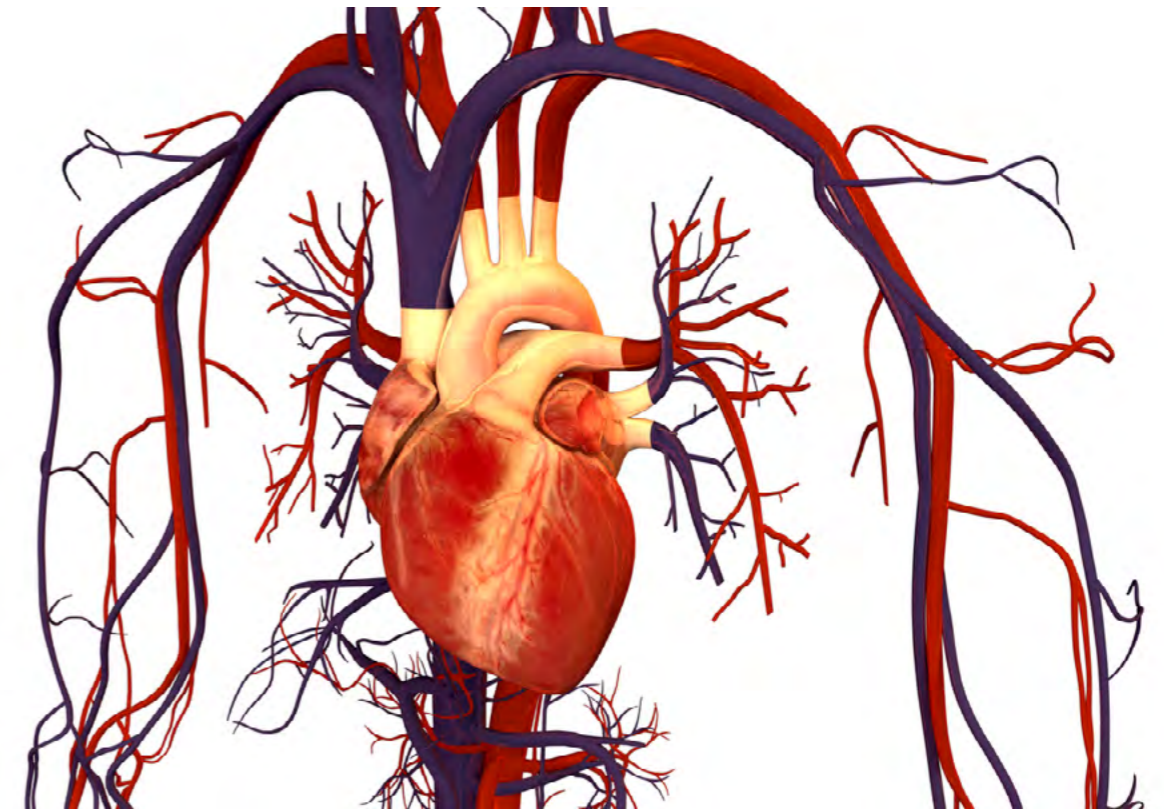
Para Gallego, “la transición hay que estructurarla muy bien para que el paciente se haga responsable de su propia cardiopatía y sepa que tiene que mantener una relación estable con una UCCA de referencia y que no se pierda en el seguimiento”. A este respecto, añade que “se están creando programas de transición desde la edad pediátrica a la edad adulta que suelen ser gestionados por un cardiólogo pediatra, otro de adulto y una enfermera especializada en cardiopatías congénitas”. En las unidades más destacadas, se añade la figura del Psicólogo clínico, ayuda crucial en la atención a estos pacientes.

Explica que los pacientes ya adultos tienen una vida prácticamente normal. Así, “pueden llegar a tener una inserción social y laboral bastante completa, teniendo en cuenta ciertas limitaciones en algunos casos, en tanto que mujeres que tienen el deseo de gestación pueden llegar a alcanzar la maternidad con más o menos dificultades desde el punto de vista médico”.

Pastora Gallego García de Vinuesa, jefa de sección en
Cardiología del Hospital Universitario Virgen Macarena.



Sistema circulatorio.



Por su parte, entre las causas cardiovasculares de muerte más frecuentes entre estos pacientes se sitúa en primer lugar la insuficiencia cardiaca derivada de las lesiones residuales que tenga. A continuación se sitúa la muerte súbita, riesgo existente en algunos tipos de cardiopatías congénitas. “Hasta la fecha tenemos registrados en todas las UCCA del país más de 200 casos de muerte súbita en adultos con cardiopatías congénitas. Lo que se está intentando por medio de un estudio multicéntrico nacional en España liderado por el Dr José María Oliver, es identificar cuáles son los predictores de riesgo de la aparición de muerte súbita en esta población”, detalla.

Investigación multidisciplinar y en red

Andalucía puso en marcha en 2013 el Registro Andaluz de Cardiopatías Congénitas del Adulto (RACCA) en el que los profesionales dedicados a la asistencia de pacientes están registrando los casos que acuden a las consultas especializadas de los hospitales de Andalucía. Con ello, pueden controlar la tasa de pacientes perdidos en el seguimiento, la tasa de complicaciones que estos pacientes tienen y definir cuáles son las poblaciones de más riesgo de complicaciones en la comunidad andaluza.

“La investigación en estas cardiopatías es uno de los campos de la medicina en el que los profesionales tenemos

más conciencia de que es imprescindible trabajar en equipo -explica Pastora Gallego-. Nuestra población es muy compleja y aunque las cardiopatías congénitas son muy frecuentes, es una población de prevalencia moderada, de modo que ningún profesional individualmente va a registrar suficientes casos para poder llegar a conclusiones extrapolables a la población en general”. Es por ello que el trabajo en equipo y en red es clave. “No existen unas líneas de investigación exclusivas en Andalucía, sino que trabajamos en redes nacionales y europeas”, añade.

La colaboración y el intercambio de conocimiento y experiencias son fundamentales en la asistencia a estos pacientes. Uno de estos puntos de encuentros entre profesionales del sector son las Jornadas de Cardiopatías Congénitas del Adulto de la Sección de CCA de la Sociedad Española de Cardiología, que tendrán lugar en Sevilla los próximos días 26 y 27 de mayo. Al encuentro asisten profesionales procedentes de las 11 UCCA actualmente registradas en España. Entre los temas que se tratarán en las jornadas destacan la muerte súbita, las arritmias auriculares en cardiopatías congénitas, la insuficiencia cardiaca (tratamientos y nuevas terapias avanzadas), los programas de trasplantes, la hipertensión pulmonar y los embarazos de alto riesgo.



Modelo de corazón humano en 3D.

“LOS MODELOS DE
CORAZÓN EN 3D HAN
REVOLUCIONADO
EL TRATAMIENTO
DE LOS CASOS MÁS
COMPLEJOS”

Israel Valverde
Cardiólogo pediatra de la Unidad
de Cardiología Hemodinámica
Pediátrica del Hospital Virgen del Rocío

Los profesionales de la cardiología pediátrica cuentan con un nuevo aliado, los biomodelos en 3D, ámbito en el que Andalucía es líder mundial. Para el tratamiento de las cardiopatías congénitas juegan un papel trascendental, ya que permiten a los cirujanos ensayar la intervención quirúrgica sobre una copia exacta del corazón del niño o la niña que van a intervenir posteriormente, corazones a veces muy pequeños, de pacientes con apenas un mes de vida. El proyecto de investigación ‘Planificación quirúrgica personalizada de cardiopatías congénitas complejas mediante biomodelos personalizados en 3D’ se inició en 2013 bajo la dirección de Israel Valverde, cardiólogo pediatra de la Unidad de Cardiología Hemodinámica Pediátrica del **Hospital Virgen del Rocío**.

¿Cuál es la principal aportación de la técnica de impresión 3D en el ámbito de las cardiopatías congénitas pediátricas?

La primera está relacionada con la planificación quirúrgica. Los modelos 3D permiten a los cirujanos contar con una copia exacta del corazón que van a intervenir al día siguiente. Ello permite evaluar diferentes técnicas y anticipar complicaciones sin que exista riesgo para el paciente. Se puede ir directamente a realizar la cirugía más óptima, sin perder tiempo. Cada minuto ahorrado antes del quirófano está directamente relacionado con la mejora en la supervivencia. A ésta se suma el hecho de poder ensayar sobre los modelos 3D diferentes técnicas de cateterismo cardiaco. Ello nos permite evaluar diferentes tamaños de dispositivos hasta encontrar el que mejor se adapta a la geometría cardiovascular del paciente. Esto ahorra complicaciones debidas a la selección inadecuada de un dispositivo.

También serán muy útiles estos modelos para la docencia en un campo tan variado y complejo como el de las cardiopatías congénitas.

El espectro es enorme y con una variabilidad muy amplia lo que complica enormemente su comprensión y aprendizaje. Los modelos 3D ayudan a comprender la anatomía cardiaca y las relaciones espaciales entre las estructuras cardiacas. Esto es muy importante para los estudiantes de Medicina y médicos internos residentes en formación.

¿En qué consiste exactamente esta tecnología?

La impresión 3D es la evolución natural de las pruebas de imagen, como la resonancia magnética cardiaca o la tomografía axial computerizada. Consiste en obtener la información de la anatomía desde una pantalla de ordenador y pasarla a un modelo físico, que es una réplica exacta y a tamaño real de la anatomía del pa-

ciente, y que puede palparse, tocarse, y con la que podemos interaccionar cortándola con un bisturí quirúrgico o liberando un ‘stent’(dispositivo con forma de muelle que ayuda a corregir el estrechamiento de las arterias) para observar directamente los resultados de nuestras técnicas. Han supuesto una revolución en la forma en que manejamos y nos enfrentamos a los casos más complejos.

¿Qué papel juega en el campo de las cardiopatías congénitas?

Cardiólogos, hemodinamistas y cirujanos dependen de su habilidad, desarrollada tras años de experiencia, para ensamblar en su cerebro, como si de un rompecabezas tridimensional se tratara, las múltiples imágenes bidimensionales obtenidas por las técnicas de imagen como resonancia y TAC, y así comprender la complejidad de la cardiopatía a la que se enfrentan. Para mayor limitación, dichas imágenes habitualmente se proyectan y amplían en una pantalla plana, por

lo que no representan el tamaño real de las estructuras.

¿Cómo se lleva a cabo el proceso de impresión del modelo en 3D de un corazón que se vaya a intervenir quirúrgicamente? ¿Qué tecnología es necesaria?

La obtención de un modelo 3D es un proceso complejo que requiere de un equipo multidisciplinar de radiólogos, cardiólogos, pediatras e ingenieros que trabajan conjuntamente en las diferentes etapas: adquisición de la imagen médica, segmentación, diseño asistido por ordenador y, finalmente, la impresión 3D.

¿Cuál es el papel del médico y cuál el del ingeniero?

A partir de las imágenes médicas se realiza la segmentación, que es el proceso mediante el que se seleccionan los elementos cardiovasculares de interés, como la aorta y ventrículos, y se excluyen otras estructuras no relevantes, como huesos o pulmones. Posteriormente, se realiza la impresión 3D. En nuestro caso utilizamos una tecnología llamada fabricación aditiva, en la que el objeto 3D se construye añadiendo nuevo material a una superficie existente a modo de capas. Aquí es donde es fundamental el trabajo del ingeniero para optimizar esta tecnología y conseguir la precisión necesaria.

Investigación y tecnología 3D hecha en Andalucía

¿Cómo surgió este proyecto y quiénes lo llevan a cabo?

En un congreso de ingenieros tuve la suerte de conocer el trabajo de impresión 3D que el doctor Tomás Gómez Cía estaba desarrollando en mi hospital en áreas como la cirugía maxilofacial. Un día después ya estábamos



Israel Valverde.

reunidos para 'retar' a Gorka Gómez, ingeniero industrial que comienza a poner a punto esta tecnología para su aplicación en el campo de la medicina, a exprimir y optimizar la tecnología de impresión 3D para su uso en un campo mucho más difícil, el de las cardiopatías congénitas. Son estructuras geométricas más complejas, de pequeño tamaño al tratarse de pacientes pediátricos y necesitábamos modelos flexibles que pudieran ser diseccionados con bisturí. Para completar el equipo se sumó Antonio Ordoñez, jefe del Grupo de Fisiopatología cardiovascular del Instituto de Biomedicina de Sevilla (IBIS), que hizo posible que pudiera incorporarme a su grupo y me dio el apoyo para que me pudiera dedicar a la investigación y a este proyecto en particular.

El uso de biomodelos en 3D se ha aplicado ya en varias ocasiones en operaciones de corazón en Andalucía y en colaboración con otros países. ¿Cuándo y dónde se ha utilizado?

El Hospital Virgen del Rocío inició en 2011 el programa de impresión 3D liderado por Tomás Gómez Cía, jefe de Servicio de Cirugía Plástica, tras la incorporación al equipo de Gorka Gó-

mez. Desde entonces, esta tecnología de impresión 3D se utiliza en prácticamente todas las especialidades quirúrgicas del hospital, como Cirugía Plástica, Maxilofacial, Neurocirugía, Traumatología, Cirugía Oncológica y Cirugía cardiaca.

¿Cómo se están incorporando los biomodelos en 3D en el sistema sanitario andaluz? ¿Quién puede acceder actualmente a esta tecnología?

Desde el Hospital Virgen del Rocío se está dando soporte a otros hospitales de Andalucía, como el Hospital Carlos Haya de Málaga o el Hospital Reina Sofía de Córdoba. Pero no sólo a nivel autonómico, pues se han enviado modelos 3D para planificar la cirugía cardiaca a otros hospitales de España, como el Gregorio Marañón (Madrid) o el Sant Joan de Deu (Barcelona), así como a otros hospitales internacionales, como los de Leiden (Holanda), Londres (Reino Unido), Pisa (Italia), Montreal (Canadá) o Beirut (Líbano). En resumen, hemos impreso más de 50 modelos cardiacos de pacientes procedentes de 15 hospitales de 7 países del mundo.

¿Hacia dónde va la investigación en este campo? ¿Cuáles son las perspectivas de futuro para la impresión 3D aplicada a la planificación quirúrgica?

El futuro está en la bioimpresión 3D. Lograr pasar de impresión en materiales plásticos a células vivas, de forma que se puedan imprimir implantes personalizados y compatibles con cada paciente en particular. Este es el nuevo reto que nos hemos fijado, aunque sabemos que aún tardaremos muchos años en tener los primeros éxitos y quedarán aún muchos años más hasta que esta tecnología pueda ser aplicada en pacientes.

EN EL PRÓXIMO NÚMERO...



Cultivo de soja.

Agricultura ecológica y transgénicos



Algunos de los alimentos más consumidos hoy día.

¿Qué ocurre en el organismo si se abandona la ingesta de un alimento sin ser intolerante?



Sydney, Australia.

Sergio León, investigador andaluz en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Sydney, Australia

EQUIPO

DIRECCIÓN CIENTÍFICA | CONSEJO EDITORIAL

EUGENIO DOMÍNGUEZ VILCHES

edominguez@uco.es

DIRECCIÓN EDITORIAL | CONSEJO EDITORIAL

JOSÉ MARÍA MONTERO SANDOVAL

CONSEJO EDITORIAL

TERESA CRUZ SÁNCHEZ

teresa.cruz@fundaciondescubre.es

FRANCISCO MANUEL SOLÍS CABRERA

franciscom.solis@juntadeandalucia.es

CAROLINA MOYA CASTILLO

carolina.moya@fundaciondescubre.es

COORDINACIÓN DE CONTENIDOS

MIGUEL CARRASCO TELLADO

miguel.carrasco@fundaciondescubre.es

COORDINACIÓN DE VERSIÓN DESCARGABLE

JOSÉ TEODORO DEL POZO CRUZ

redaccion@fundaciondescubre.es

REDACCIÓN

Carolina Moya

Margarita Orfila Pons

José Teodoro del Pozo

Siham Tabik

Roberto Olmos

Francisco Herrera

Luz Rodríguez

José María Montero

HAN COLABORADO...

Michael Hoskin

Joan Carles March

Fernando Fabiani

Serafín Fernández

Miguel Carrasco

Ramón González

Kety Maya

Pastora Gallero

Israel Valverde

Alberto Ariza

José Manuel Flores

Encarni Durán

Ignasi Bartomeus

Manuel Berrocoso

Javier Almendros

Enrique Carmona

José Benito Martín

José Carlos García

Héctor Garrido

Enrique Carmona

Francisco López Gordillo

Jesús Ibáñez

Alfonso Ontiveros

DISEÑO

Daniel López Martínez

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!



DESCUBRE
FUNDACIÓN