



Revista de divulgación científica

---

REVISTA IDESQBRE

Abril 2019 | Nº14

## EDITORIAL



REVISTA IDESQBRE

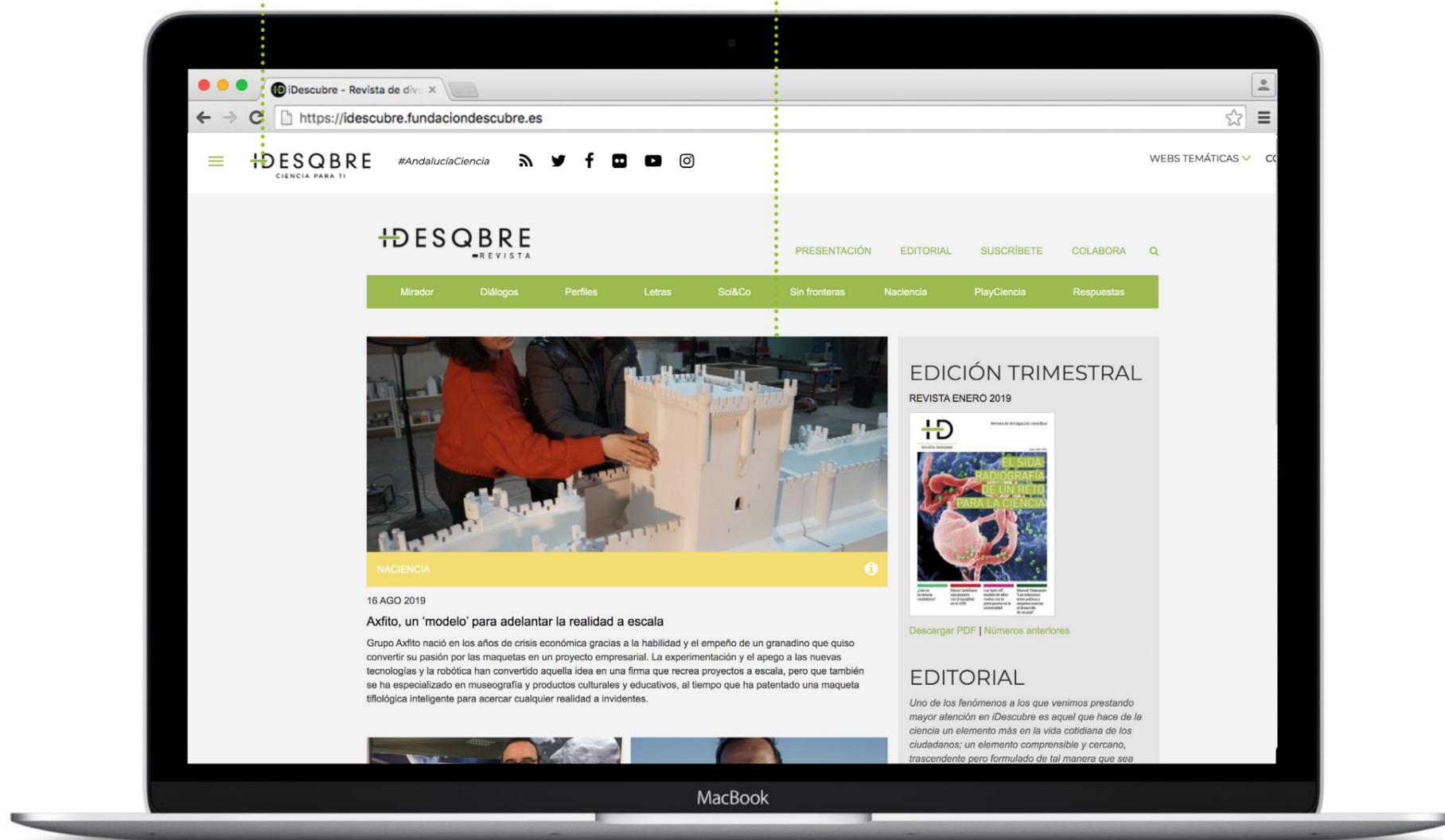
No es raro que a los científicos se les acuse de cierta soberbia, sobre todo cuando han de enfrentarse a problemas de gran envergadura y repercusión social frente a los que, a veces, sólo plantean fríos razonamientos, veraces, rigurosos, incontestables, pero desprovistos de las emociones e incertidumbre que cualquier empeño humano requiere (y agradece). Por no hablar del descubrimiento que supuestamente resuelve para siempre el enigma o cierra de forma tajante un debate de siglos, descubrimiento sometido, tarde o temprano, a la revisión que aporta una nueva evidencia que llega, como no, de la misma Ciencia que antes se nos reveló como incuestionable.

No podemos evitar el atractivo de este defecto, que humaniza a la comunidad científica, pero no es menos cierto, aunque carezca del mismo morbo mediático, que la Ciencia nos obliga, con la misma intensidad, a ser humildes, a reconocer nuestra intrascendencia en la escala del Universo o el limitadísimo conocimiento que tenemos del mundo que nos rodea por mucho que lo miremos con la mejor disposición de análisis, el más sofisticado instrumental y la mayor capacidad de asombro.

Quien se dedica, como Juan Luis Cano, a vigilar los asteroides que nos rondan y amenazan, convive con la certidumbre de que uno sólo de estos objetos errantes

e irracionales podría acabar con la vida en la Tierra y que no es mucha la capacidad de maniobra, a pesar de nuestra soberbia como especie dominante, para hacer frente a este peligro. Y algo parecido debe ocurrirle a Pedro Jordano, especialista en ecología evolutiva, quien seguro cuenta entre sus certezas, como afirma su colega Haskell, la de que “no existe el individuo dentro de la biología. La unidad fundamental de la vida es la interconexión y la relación. Sin ellas, la vida termina”. Somos porque otros son, menuda lección de modestia.

Sí, la Ciencia peca con frecuencia de cierta soberbia pero quizá sean más los motivos, razonados, que nos brinda para ser humildes.



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.

# DESENTRAÑANDO LA VIOLENCIA MACHISTA DESDE LA CIENCIA

El creciente apoyo a movilizaciones como el '8 de marzo' evidencian el auge de la lucha social en favor de la igualdad de género, si bien aún se está lejos de cumplir con una de sus consignas: "Ni una menos". Desde el entorno de la investigación hay multitud de líneas abiertas para intentar entender y poner freno a esta agresión histórica hacia las mujeres.

**Autoría:** Juan García Orta  
**Asesoría científica:** Inmaculada Valor Segura, María Luisa de la Flor Fernández, Cristina Cuenca Piqueras, Octavio Salazar Benítez, Emilia Moreno Sánchez, y María Lucena Pérez

Un total de 1.005 mujeres han sido víctimas mortales desde 2003, según datos de la Secretaría de Estado de Igualdad..



La violencia de género es el símbolo más brutal de la desigualdad existente en nuestra sociedad. Así define la legislación española uno de los fenómenos que mayor espacio ocupan dentro del debate público. Una realidad compleja que persiste en el día a día y, en su forma extrema, siega la vida de las personas. En total, 1.005 mujeres han sido víctimas mortales desde 2003, según [datos de la Secretaría de Estado de Igualdad](#). De ellas, 30 en lo que va de año.

Las causas que se encuentran tras cada caso pueden diferir, pero se dan elementos que son comunes. La discriminación se produce por razón de sexo y está asociada a una conducta agresiva. No solo tiene lugar en el seno de una relación. No solo es física. El acoso, el control o el aislamiento son otras caras de la misma moneda. Por prevalencia e intensidad, las mujeres son quienes sufren sobre todo estos modos de violencia.

A la par que el movimiento feminista, el interés de la ciencia por abordar esta situación ha ido ganando fuerza en los últimos años. El informe [‘El estado de la cuestión en el estudio de la violencia de género’](#) habla de una eclosión

de trabajos en España, cuyo foco se centra en entender cuál es su origen, en qué situación se encuentra, cómo son sus actores y cuál es el proceso que sigue.

Inmaculada Valor, profesora del Departamento de Psicología Social de la Universidad de Granada, defiende la labor científica por ser “el motor principal” para erradicar esta forma de machismo. “Dada la complejidad, para que las estrategias de prevención sean efectivas es necesario conocer los factores que aumentan el riesgo y la tolerancia hacia la violencia contra la mujer”, señala en declaraciones a iDescubre.

Su trabajo se centra en analizar las variables legitimadoras del ‘status quo’ (sexismo, los códigos del honor...) y de factores interpersonales, como la dependencia hacia la pareja. “En la mayoría de las sociedades siguen vigentes vestigios de ciertas ideologías que perpetúan las desigualdades de género”, afirma la científica, que ve cómo estas formas de pensar que se adquieren en el proceso de socialización “generan expectativas de lo que resulta ‘adecuado’, entre comillas, para hombres y para mujeres”.

De izquierda a derecha y de arriba a abajo, Inmaculada Valor Segura, María Luisa de la Flor Fernández, Cristina Cuenca Piqueras, Emilia Moreno Sánchez, Octavio Salazar Benítez y María Lucena Pérez.



Uno de los enfoques que analiza es el conocido como “sexismo ambivalente”. Éste combina una actitud hostil hacia las mujeres como grupo, pero al mismo tiempo mantiene creencias benévolas hacia ellas, como la protección o el cuidado, de modo que fomenta la dependencia entre sexos. Un sustrato que se mantiene vivo en los roles tradicionales de género, provocando que, incluso entre parejas jóvenes, se perciban “las conductas de control como muestras de amor y preocupación más que como una forma de violencia”, apunta.

### Víctimas y trabajo

La independencia económica es un factor crucial en situaciones de violencia de género y, con ella, el desarrollo profesional. A este ámbito se dedica María Luisa de la Flor, profesora y directora de la Unidad de Igualdad de la Universidad de Cádiz. “Estudiamos cómo se adaptan las instituciones del trabajo, como la Seguridad Social, a la víctima y sus circunstancias, para hacer conciliable el empleo con su protección integral”, señala esta experta en Derecho Laboral.

**Cristina Cuenca: “Las generaciones jóvenes sufren más ciberacoso por una mayor exposición a la tecnología, con fórmulas de control que van desde seguir a la pareja a través del GPS de su móvil hasta amenazarla con publicar imágenes íntimas”.**

En su opinión, la legislación española fue un referente en Europa y sigue siendo una de las más avanzadas en este ámbito. En ella se encuentran mecanismos de ayuda como la reducción o readaptación de la jornada, la movilidad geográfica, la suspensión del contrato o el derecho a la renta activa de inserción, si se carece de empleo. “Hay mecanismos para romper esa cadena que une a una víctima con agresor, como es la dependencia económica”, apunta, si bien desde su bagaje considera que “aún se puede avanzar en ciertos aspectos, como el papel de la negociación colectiva, ya que no son derechos de carácter absoluto”.

Desde un prisma distinto, pero en el mismo contexto, desarrolla su investigación Cristina Cuenca, profesora del área de Sociología de la Universidad de Almería. Su especialidad es el acoso sexual en el trabajo, una cuestión muy vinculada a la precariedad en el empleo y que,

**hay salida**  
a la violencia de género

**016** ATENCIÓN A VÍCTIMAS DE MALOS TRATOS

GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE SANIDAD, SERVICIOS SOCIALES E IGUALDAD

Campaña 'Hay Salida a la Violencia de Género'.

apunta, carece de visibilidad social. “En nuestras investigaciones cualitativas se ve que el acoso, cuando es físico, se detecta rápido, pero persisten las dudas cuando se tratan de comentarios, pedir citas de manera repetida, observaciones sobre la forma de vestir o actuar... que son entendidas como un comportamiento desagradable cuando, si son continuados, se trata de algo más”, afirma.

Otro de sus campos de estudio es el acoso por internet, desde el ‘grooming’ (el chantaje y engaño a menores con fines sexuales) hasta el ‘sexting’ (envío de mensajes eróticos o pornográficos). “Estamos viendo cómo las generaciones jóvenes sufren más ciberacoso por una mayor exposición a la tecnología, con fórmulas de control que van desde seguir a la pareja a través del GPS de su móvil hasta amenazarla con publicar imágenes íntimas en la red a modo de venganza”, señala Cuenca.

En este sentido, añade, gracias al movimiento feminista y a los casos que han aparecido en los medios de comuni-

cación “las mujeres jóvenes son cada vez más conscientes del acoso, es más visible, pero también existe más miedo, sobre todo en la calle”. Para analizar esto ha iniciado una colaboración con María José González, investigadora también del mismo departamento de la Universidad de Almería. La educación en la cultura de la no violación es, afirma, clave para cambiar esta realidad.

### Educar en perspectiva de género

A Emilia Moreno le gusta hablar de “los buenos tratos” como fórmula de educar en igualdad y contra la violencia de género. Profesora del Departamento de Pedagogía de la Universidad de Huelva, es muy activa en la formación extracurricular de los futuros docentes. “Nuestros estudiantes deben salir con herramientas, sensibilidad y bagaje para abordar temas que son lacras sociales, sobre todo desde la infancia, y ser capaces de usar recursos como los cuentos tradicionales para educar con espíritu crítico”, afirma la investigadora.

Desde el punto de vista científico, su trabajo pasa por analizar cómo se construye el relato de la violencia machista en la mente infantil. En particular, en niñas y niños que están en la etapa de Educación Primaria, donde empiezan a asumir el concepto y los roles de género. Sus resultados apuntan a que con esta edad (de 6 a 12 años) ya se identifica ser mujer como factor de riesgo para recibir agresiones y que las relaciones entre sexos siguen patrones androcéntricos, donde los niños se muestran más agresivos y las niñas buscan eludir el conflicto antes que buscar una solución dialogada.

**Un estudio de PLoS ONE afirma que el 64% de las científicas aseguraban haber sufrido acoso, cifra que se eleva el 71% en el contexto de trabajos de campo.**

Un defensor de la educación con visión de género es Octavio Salazar, catedrático de Derecho Constitucional de la Universidad de Córdoba y divulgador del feminismo y las masculinidades igualitarias. Sobre ello, considera que “tenemos la responsabilidad social de dar a conocer nuestras investigaciones, traducir los avances al lenguaje no científico para influir en el cambio social y, en temas como este, hay que empezar sensibilizando en los colegios”.

Esta labor educativa la traslada también al ámbito profe-



sional. Una de sus líneas de trabajo se centra en analizar cómo se lleva a la práctica la perspectiva de género en el ámbito jurídico. “Las leyes reconocen la igualdad, pero luego ves que la gran mayoría de sentencias en temas de violencia, o en otras cuestiones, tendrían una resolución distinta si los jueces hubieran tenido esa visión de género”, afirma. Por ello, defiende que los operadores jurídicos se formen dentro y fuera de la Universidad con perspectiva de género: “No es una cosa puntual, no se soluciona con una jornada, debe ser algo permanente si queremos darle la vuelta a un ordenamiento que es deudor del patriarcado”.

### Machismo en la ciencia

El mundo de la investigación no es ajeno a los fenómenos que se desarrollan dentro de la sociedad y la violencia de género no es una excepción. Un editorial publicado en la [revista Science](#) denunciaba que más de la mitad de las mujeres del mundo académico han sufrido algún tipo de acoso. El movimiento #MeToo que surge en el cine se trasladó también a la ciencia, para denunciar una realidad vigente. Un estudio en [PLoS ONE](#) daba algunas cifras: el 64% de las científicas aseguraban haber sufrido acoso, cifra que se eleva el 71% en el contexto de trabajos de campo.

En España no existen muchos datos sobre esta cuestión en particular, si bien están surgiendo iniciativas que buscan generar un entorno más igualitario. En el caso del CSIC de Andalucía toman forma de voluntariado, como el que desarrollan Elena Gómez Díaz en el Instituto ‘López Neyra’, Gloria Brea en el Centro Andaluz de Biología del Desarrollo (CABD) o María Lucena y Miguel Jacome en la Estación Biológica de Doñana. Los cuatro [firmaron un artículo](#) el pasado año para reivindicar una mayor acción en este sentido.

Su labor se ha desarrollado desde las unidades de igualdad, desde donde apuestan por construir entornos más igualitarios y que integren las circunstancias de las mujeres, con medidas como salas de lactancia o guarderías en el centro de trabajo. También trabajan por hacer visible la situación que sufren las mujeres y dotarse de herramientas y de formación que, como complemento a los planes de acoso, sirvan para atender y atajar este problema.

Los datos indican que las generaciones jóvenes sufren más ciberacoso por una mayor exposición a la tecnología.

# PEDRO JORDANO, EL BIÓLOGO QUE ENTENDIÓ LAS RELACIONES ENTRE ESPECIES

Pedro Jordano es profesor de investigación del CSIC en la **Estación Biológica de Doñana (Sevilla)** y Premio Nacional de Investigación en el área de Ciencias y Tecnologías de los Recursos Naturales 2018. La pasión por la ciencia la encontró en casa, de donde también tomó con seis años unos prismáticos con los que descubrió un cielo que no ha dejado de observar. Científico de referencia mundial, este cordobés-trianero analiza la forma de relacionarse que tienen las especies y reivindica más presupuesto para investigaciones y el fin de una burocracia del siglo XVIII aplicada a una ciencia del XXI.

**Autoría:** María Ruiz

**Asesoría científica:** Pedro Jordano

Pedro Jordano.

Pedro Jordano ha sido profesor visitante en universidades de Suecia, Dinamarca, Brasil y Estados Unidos, trabaja en Doñana, vive en Triana y la vocación la encontró en su Córdoba natal, en un entorno familiar con la ciencia a flor de piel que nunca dirigió sus pasos hacia ningún camino. Nieto e hijo de profesores de Ciencias Naturales y Biología, un Pedro de seis años agarró unos prismáticos que encontró en casa, miró al cielo y emprendió el vuelo investigador que en 2018 le ha convertido en ganador del Premio Nacional de Investigación en Ciencias y Tecnologías de los Recursos Naturales.

Jordano (Córdoba, 1957) explica a iDescubre que nació con vocación científica, esa que te mueve a devorar el entorno con ansias de entenderlo todo, y la formación y la experiencia le han convertido en un divulgador nato capaz de explicar los secretos de la biodiversidad o las complejas relaciones entre especies como quien habla

de lo más sencillo del mundo. Autor de 180 publicaciones científicas que superan las 23.000 citas, este cordobés es investigador principal en 25 proyectos, y ha sido supervisor de once contratos postdoctorales y de una quincena de tesis doctorales, un trabajo que afronta con el mismo respeto que la misión de hacer de guía en rutas con amigos cerca de casa para observar la naturaleza.

“Mis padres nunca me marcaron el camino pero a mí me gustó desde siempre observar la naturaleza. La carrera en la Universidad de Córdoba me permitió descubrirlo todo gracias a magníficos profesores y la tesis doctoral me puso en contacto con la Estación Biológica de Doñana, que ya tenía a grandes investigadores”. Jordano, que en 2018 recibió el Premio Nacional ‘Alejandro Malaspina’ de Ciencias y Tecnologías de los Recursos Naturales, frecuentaba para consultas la biblioteca en el centro donde ahora trabaja.

“Era entonces ya un centro muy prestigioso y no se ha quedado estancado, ha evolucionado hacia una investigación multidisciplinar que se encuentra a primer nivel a escala mundial en su ámbito”, recuerda este biólogo doctorado por la Universidad de Sevilla que ha convertido sus pasiones en su profesión. “Las observaciones son muy diferentes si son de trabajo, orientadas a la investigación científica, a si son por ocio, pero mantengo el mismo entusiasmo en unas y en otras”, añade.

Califica de privilegio poder mirar al cielo y ver aves, aunque sean comunes, “porque siempre hay sorpresas”, y apunta que, con el tiempo, realiza cada observación con más oficio y más experiencia, pero con la misma pasión. De su padre, uno de esos pioneros que se sumó a la tecnología cuando los ordenadores eran cerebros electrónicos de dimensiones ahora impensables, heredó también el interés por la tecnología, que “facilita, suma, y abre nuevas

puertas”. “Ahora para hacer observaciones en medio de la naturaleza tenemos unos recursos que antes no existían, desde llevar una guía de campo en el móvil a eliminar fronteras en una investigación por medio de sensores o cámaras remotas o a desarrollar análisis de datos con capacidades de cómputo extraordinarias”, señala.

“He aprendido el valor de compartir el conocimiento, creo que es lo más bonito, y para eso hay que entender bien lo que enseñas”, resume Jordano, un referente mundial en Biodiversidad que recomienda un paseo por los Alcornocales para disfrutar de la belleza de la vida. Ecléctico en la música, mezcla el rock o el flamenco con cualquier buen clásico, Jordano incorpora la ciencia también a su espacio de ocio y se relaja pintando –“bichos y plantas”- y leyendo a otros investigadores que compagina con ciencia, pero ciencia ficción.

El biólogo reconoce que la biodiversidad a la que se dedica representa uno de los ejes centrales de Doñana y alerta de que toda esa riqueza ambiental se pierde a pasos acelerados por las agresiones medioambientales del ser humano. Dentro de la amplitud de su campo de trabajo, este cordobés se ha empeñado en entender las relaciones que establecen entre sí las especies, pactos de supervivencia y de dependencia mutua.

**Pedro Jordano es un aficionado a la fotografía de naturaleza, disfruta con un paseo por el campo, la música en directo y la lectura. Recomienda conocer la riqueza del Parque del Alamillo, el litoral de Cádiz, la provincia de Córdoba y Sierra Nevada, “la joya de la corona”.**

“Ni una sola especie en el mundo vive sin interactuar con otras, lo haga de un modo o de otro”, resume Jordano, que afronta el estudio de la biodiversidad desde las perspectivas evolutivas y ecológicas y analiza esas relaciones entre especies, de mutualismo o competencia, que blindan la riqueza de la vida. “Esas relaciones son las vigas maestras de la biodiversidad y estudiamos estas interacciones para comprender la coevolución, o sea, cómo persisten ecosistemas de muy alta diversidad, como la selva tropical”, expone.

Pedro Jordano, profesor de investigación del CSIC en la Estación Biológica de Doñana.



Su trabajo, que desarrolla desde Doñana, replica la metodología que se utiliza para analizar las relaciones en grandes empresas con el objetivo de facilitar la comprensión de un trabajo ingente. “Si los departamentos de Google estuvieran aislados, no tendría el alcance que tiene en la actualidad. Todas las conexiones tienen una influencia, afectan al éxito, a los flujos de energía, a la transferencia de conocimiento y esto también se traslada a la biodiversidad”, ejemplifica. A mediados de los ochenta, Jordano fue pionero en el análisis de las redes de relación entre animales y plantas, sinergias que sigue colocando bajo su lupa con el ritmo que marcan los riesgos del cambio climático.

Sus estudios en la selva brasileña de la Mata Atlántica, un entorno forestal incluso más amenazado que la Amazonia, han demostrado científicamente la extinción de los grandes animales frugívoros –los que transportan semillas, como tapires, monos aulladores o tucanes y pavones- y su impacto en pilares básicos como la regeneración natural del bosque o el mantenimiento de la conexión entre masas de árboles en áreas fragmentadas. “Aunque se descubren unas 18.000 especies nuevas al año, la tasa a la que se pierden es mucho más alta. Podemos cambiar, la humanidad lo ha demostrado en otros casos dramáticos, pero la curva del cambio climático es ahora tan acusada que hay mucho por hacer”, añade.

Este experto apuesta por replantear la relación del ser humano con su entorno para que sea “más amistosa” y defiende que cada gota hace océano, por lo que pide impulsar los cambios desde lo personal, con la alimentación, replanteando el consumo energético, analizando la huella de carbono y, con ese ejemplo, exigir cambios a la esfera política mundial.

“Mi pasión es la naturaleza y creo que ser científico es una forma de vida”, apunta el cordobés, aficionado también a la fotografía de naturaleza, que disfruta con un paseo por el campo, la música en directo y la lectura. Recomienda conocer la riqueza del Parque del Alamillo, el litoral de Cádiz, “mi provincia de Córdoba entera que es una maravilla” y Sierra Nevada, “la joya de la corona”, junto con Doñana- que es “como el Museo del Prado de la naturaleza española, solo que mejor”.

Sobre el peso de la ciencia española a nivel mundial, Jordano lamenta las “fortísimas limitaciones presupuestarias” pese al “mucho talento” nacional y cree que el principal problema del sector está en una década continua de recortes y en que los jóvenes tienen muy difícil alcanzar plazas “medianamente estables” pese a sus logros y capacidades. Suma a este escenario el tipo de estructura administrativa y de gestión de “una ciencia del siglo XXI que tiene que lidiar con burocracia del siglo XVIII”.

## DOÑANA, EL PARAÍSO PARA BLINDAR EL FUTURO

Doñana representa el pasado, el presente y el futuro de Pedro Jordano, un férreo defensor de la capacidad investigadora de la Estación Biológica, capaz de adaptarse a los tiempos y de coordinar en paralelo más de 60 proyectos en el parque. El centro de investigación sevillano nació en 1969 (este año celebra su 50 aniversario) gracias al empeño de José Antonio Valverde por preservar Doñana y toda su riqueza, esa que convierte el espacio en un escenario óptimo

para la investigación que aprovechan científicos de todo el mundo.

Por Doñana, la “casa” de Jordano, pasan más investigadores que por la Antártida, ya que la Reserva es una infraestructura científico-técnica singular, como lo son por ejemplo los grandes telescopios o los grandes ordenadores de supercomputación. “Ahora es peor porque se han multiplicado las amenazas y se han diversificado los riesgos”, explica Jordano, que recuerda que

ya en los ochenta e incluso antes se diagnosticaron los riesgos hídricos, las extracciones abusivas e ilegales y los vertidos contaminantes.

“Se han empezado a encender las luces rojas de alarma y hay una responsabilidad compartida. Doñana es uno de los puntos calientes de la biodiversidad y hay que mostrar una actitud proactiva para garantizar su persistencia, en la que además hacen falta recursos para garantizar su conservación”, concluye.



Crio-Microscopio Electrónico de última generación con capacidad para adquisición de datos tomográficos, disponible en el CSIC.

TOMOGRAFÍA  
ELECTRÓNICA:  
VISUALIZACIÓN 3D  
DE LA ORGANIZACIÓN  
MOLECULAR  
DE LA CÉLULA

Las células están divididas en distintos compartimentos (p.ej. orgánulos) o regiones caracterizadas por determinadas propiedades (p.ej. concentración de determinadas proteínas). La morfología de estos compartimentos y regiones, su distribución espacial y la interacción entre ellos constituyen la arquitectura subcelular, que está íntimamente relacionada con el funcionamiento y especialización de la célula. Así, las anomalías en la arquitectura subcelular pueden reflejar o derivar en alteraciones funcionales. Por tanto, la identificación y caracterización de estas alteraciones estructurales puede proporcionar conocimiento sobre las bases patogénicas de enfermedades y contribuir a la búsqueda de nuevos desarrollos terapéuticos.

**Autoría: José-Jesús Fernández (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC) y Ester Martín Garzón (Universidad de Almería, UAL)**

La microscopía electrónica es una técnica que clásicamente ha permitido avanzar en el conocimiento de la ultraestructura celular. En la última década, la tomografía electrónica (TE) se ha convertido en una técnica importante para la visualización y el análisis tridimensional (3D) de la arquitectura subcelular y de la organización molecular de células y tejidos in situ con un nivel de resolución de unos pocos nanómetros, permitiendo el abordaje de problemas fundamentales en biología celular y molecular.

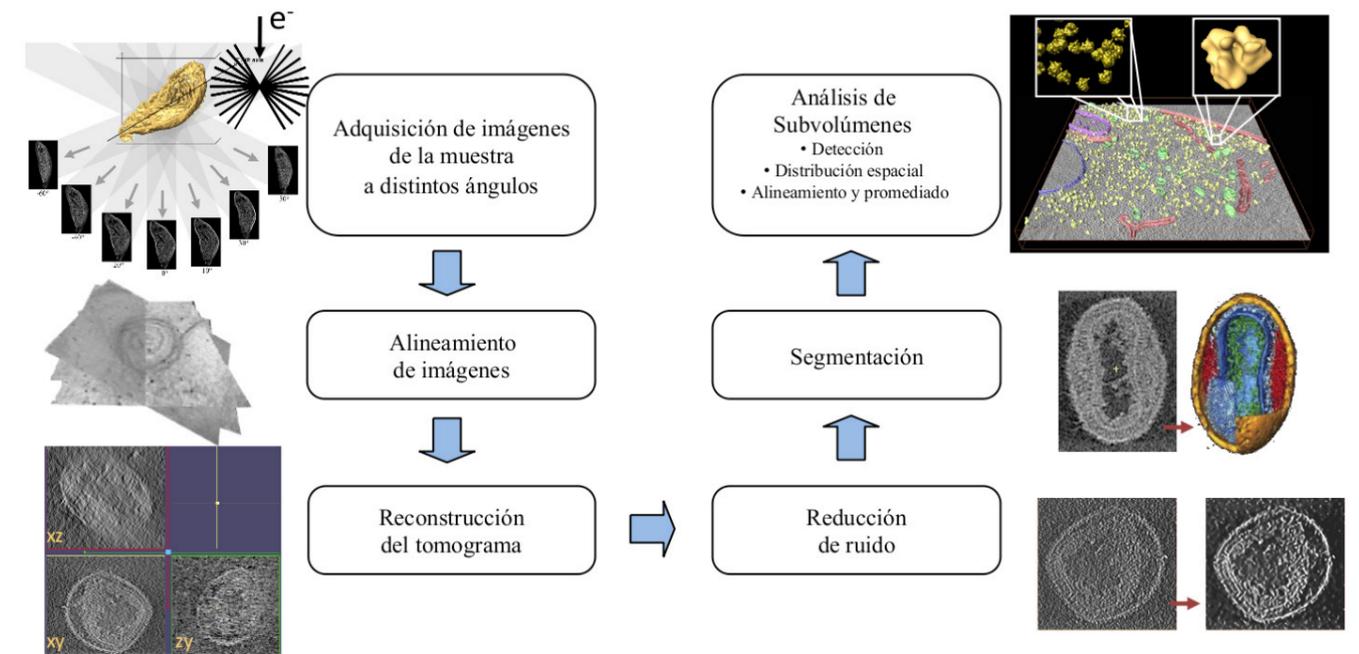
**El uso combinado de tomografía electrónica, procesamiento de imagen y computación de altas prestaciones tiene un potencial enorme para el análisis de la arquitectura molecular.**

Una fase clave dentro de la TE es la preparación de las muestras. La mejor preservación estructural -casi nativa- se obtiene mediante criofijación, en la que la muestra se congela de forma ultrarrápida (ms) y se mantiene hidratada en hielo amorfo (vítreo). Así se evitan los fijadores químicos clásicos y los artefactos que éstos introducen. La muestra se mantiene congelada así durante la observación al microscopio electrónico. De ahí el término crio-tomografía, que es una extensión de la crio-microscopía

electrónica, la técnica que fue galardonada con el premio Nobel de Química 2017. En otros casos, la muestra se deshidrata para su visualización por TE a temperatura ambiente.

Los fundamentos de la TE son similares a los de la tomografía axial computerizada (TAC) comúnmente empleada en Medicina, pero haciendo uso de un microscopio electrónico y trabajando a escala nanométrica (Figura 1). Esta técnica se basa en la adquisición de una serie de imágenes de la muestra tomadas a distintos ángulos de inclinación mediante un microscopio electrónico (Figura 2). Estas imágenes vienen a ser equivalentes a 'radiografías' de la muestra a distintas vistas. A partir de estas imágenes, se realizan un conjunto de procesos computacionales que culminan con la obtención de un volumen (o tomograma). Este volumen puede ser visualizado y analizado en 3D con el fin último de extraer información cuantitativa. Las técnicas de procesamiento de imagen y visión por computador juegan, por tanto, un papel fundamental en los estudios estructurales por TE (Figura 2). Muchos de estos procesos conllevan un tiempo de cálculo elevado, y la computación de altas prestaciones se ha convertido en una herramienta de gran importancia para proporcionar soluciones en tiempos razonables.

Los grupos de José-Jesús Fernández (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC) y Ester Martín Garzón



Adquisición y procesamiento de datos tomográficos. Tras la adquisición de una serie de imágenes de la muestra tomadas a distintos ángulos de inclinación mediante un microscopio electrónico, éstas se alinean y se combinan mediante métodos de reconstrucción tomográfica. Como resultado, se obtiene un volumen 3D. Para facilitar su visualización y análisis en 3D, se aplican un conjunto de etapas para reducir ruido, para la identificación y segmentación de los componentes estructurales y, finalmente, el análisis espacial de complejos macromoleculares en su contexto celular.

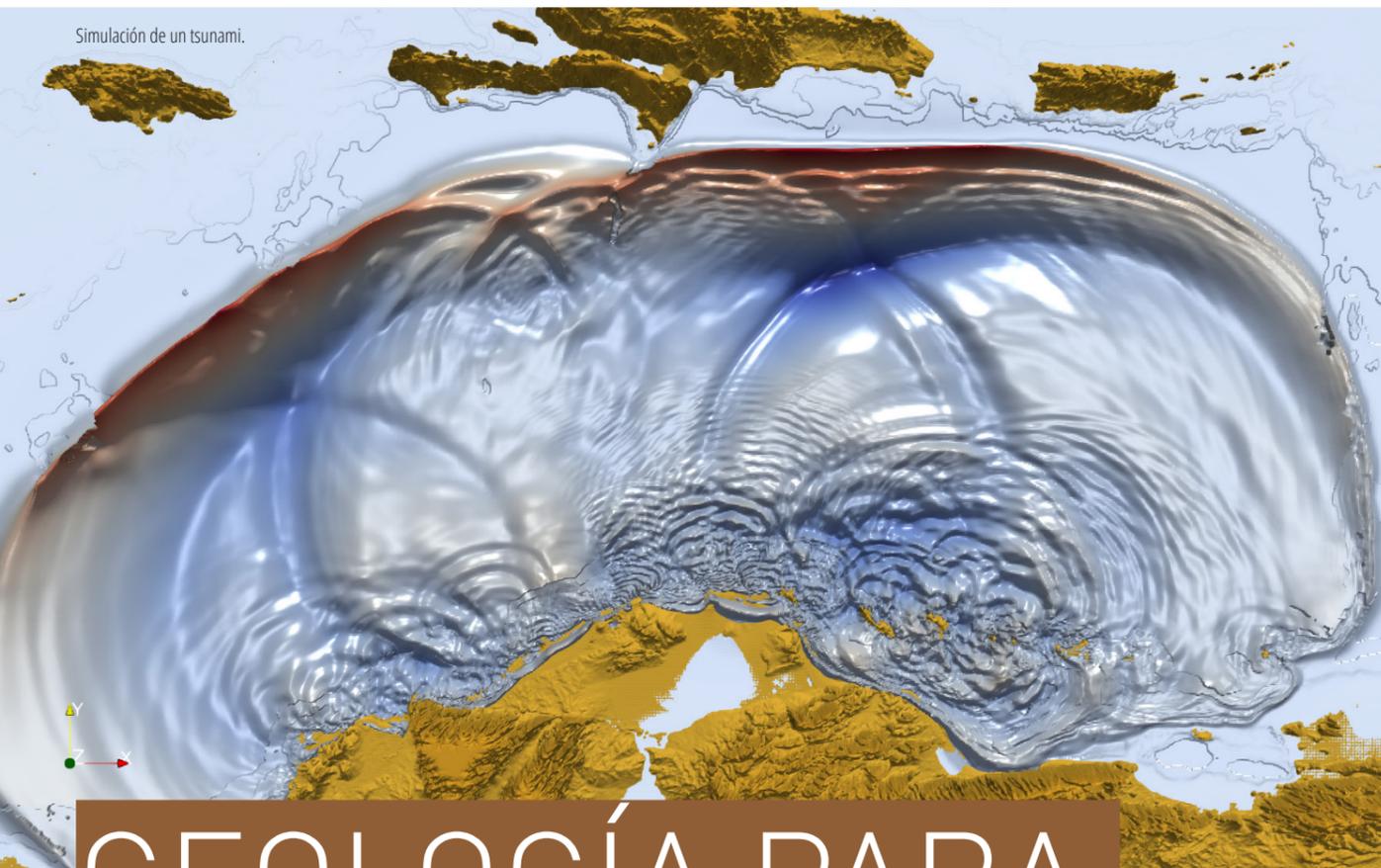
(Universidad de Almería, UAL) trabajan estrechamente desde hace bastante tiempo en nuevos desarrollos metodológicos para TE y su aplicación en la investigación de problemas de importancia biológica y biomédica. Conjuntamente desarrollan métodos avanzados de procesamiento de imagen 3D para el cálculo de volúmenes, filtrado de ruido, segmentación de componentes y análisis espacial de macromoléculas en su contexto celular (Figura 2). El aprovechamiento óptimo de la capacidad de cálculo de los computadores multinúcleo actuales y de las tarjetas gráficas es una de las áreas que lidera el grupo de la UAL a nivel nacional, y es clave para la ejecución eficiente de estos métodos (Figura 3). El grupo del CSIC aplica toda esta metodología para el estudio de la arquitectura subcelular neuronal y sus alteraciones en procesos neurodegenerativos. Otra línea de trabajo

con esta metodología es la estructura del centriolo, un orgánulo implicado en la división celular y en la formación de cilios, cuyas mutaciones están detrás de diversas enfermedades humanas, como algunos tipos de cáncer (Figura 4).

El uso combinado de tomografía electrónica, procesamiento de imagen y computación de altas prestaciones tiene un potencial enorme para el análisis de la arquitectura molecular in situ de sistemas biológicos complejos y heterogéneos. La sinergia de grupos multidisciplinares es importante para sacar el máximo provecho de todas las facetas involucradas en estos estudios. Andalucía está bien situada a nivel nacional en el desarrollo de estas metodologías y su aplicación a problemas complejos tanto en ciencias de la vida como en ciencias de materiales.

Infraestructura de computación de altas prestaciones del grupo de la UAL.





# GEOLOGÍA PARA SALVAR VIDAS

El triste suceso ocurrido en el municipio de Totalán (Málaga) a principios de este año ha arrojado a la luz pública debates en torno a los pozos ilegales, pero también ha servido para subrayar otros aspectos normalmente desconocidos que están detrás de este tipo de situaciones. Uno de ellos es el valor del conocimiento, sea profesional, como el demostrado por los mineros durante su labor de rescate, o sea científico, cuando hay personas en riesgo. En estos casos, conocer bien el terreno, sus características y su comportamiento ante la acción del ser humano es clave. La Geología no solo sirve para entender la estructura del planeta, también ayuda a salvar vidas. O, mejor aún, a evitar que éstas corran peligro.

**Autoría:** Juan García Orta

**Asesoría científica:** Francisco Manuel Alonso Chaves, Jorge Macías

El pasado mes de noviembre se difundió a través de las televisiones y en las redes sociales el vídeo de unas olas gigantes arrancando balcones de varios edificios en Canarias. “El conocimiento geológico nos permite aprender a gestionar, desde la humildad, las energías que actúan sobre un sistema que es tan grande que no podemos controlar”, señala Francisco Manuel Alonso Chaves, quien apunta cómo ante la acción humana sobre el medio físico se debería contemplar este saber fundamental. En especial cuando la Geología puede decir dónde edificar casas seguras o si la zona es más apta para uso recreativo.

Este investigador pertenece al grupo ‘Geociencias Aplicadas e Ingeniería Ambiental’ (GAIA) de la **Universidad de Huelva**. Una institución que acaba de imponerle su medalla en reconocimiento a su participación desinteresada como experto en el rescate del pequeño Julen. Francisco M. Alonso defiende el papel de los geólogos en situaciones críticas, como el rescate de espeleólogos, accidentes en explotaciones mineras donde corren peligro las vidas de personas sepultadas, o en la gestión de catástrofes sísmicas o medioambientales. Pero donde estos profesionales realizan su labor más importante es en la prevención y mitigación de riesgos.

“El progreso en nuestra sociedad crece paralelamente al conocimiento geológico que tenemos del planeta y se hace más necesario que nunca la presencia del geólogo como un profesional muy versátil que interviene en la industria energética, en el ámbito de la ingeniería y la arquitectura, en la gestión del patrimonio natural, entre otros”, indica el investigador. Por eso, apunta, cuando la globalización cualquier móvil puede disponer de cobre en sus conectores de origen andaluz, el conocimiento geológico es necesario para una acción minera segura con las personas y el entorno. “No hay que tratar al planeta con la mentalidad de hace 200 años”, se pueden “aportar soluciones sin rechazar el avance tecnológico y el progreso social”, reflexiona Alonso.

Su principal línea de trabajo se centra en conocer mejor las características geológicas de las rocas que afloran en la superficie terrestre así como las condiciones del subsuelo, en particular conocer cómo es la arquitectura de las montañas e identificar dónde se encuentran las principales fracturas que puedan ser generadoras de terremotos. Esto tiene una implicación directa en cuestiones como, por ejemplo, la localización de almacenes de gas bajo tierra que sean seguros, evitando situaciones como las derivadas del caso Castor.

Francisco Alonso, con la Brigada de Rescate Minero de Asturias.



“Desde la Geología estudiamos dónde están los límites, valoramos el riesgo que conlleva la manipulación de nuestro entorno”, sea en una mina, en el trazado de una autovía o en la construcción de un edificio, “de forma que si analizamos la peligrosidad, la exposición y la vulnerabilidad de una actuación, podamos reducir el riesgo lo máximo posible”, apunta. Por ello defiende una máxima de su campo de estudio: “los procesos de hoy nos ayudan a entender el pasado, y en el pasado tenemos las respuestas al futuro”.

Este año se cumple medio siglo del terremoto de 1969, de magnitud 8.0 con epicentro en el mar, al suroeste del Cabo San Vicente. Fue el mayor temblor del siglo XX sentido en la península Ibérica. En la memoria de muchas localidades de Portugal, España y Marruecos aún sigue vivo además el recuerdo del terremoto de Lisboa de 1755, así como del tsunami que lo siguió. Más allá, Andalucía se sitúa como la segunda región española con mayor actividad sísmica, 120 registros de magnitud superior a 2 solo durante el mes de febrero, según datos del Instituto Andaluz de Geofísica de la Universidad de Granada.

**Investigadores del grupo EDANYA de la Universidad de Málaga han conseguido simular el comportamiento de este tipo de olas, tsunamis, en su llegada a la costa en muy pocos minutos.**

Ante esta realidad, Francisco M. Alonso afirma que “si ocurrió en el pasado, como el caso del tsunami posterior al terremoto de Lisboa, puede volver a pasar. No sabemos el día ni la hora, pero que se repetirá es seguro”. Por ello, defiende la investigación geológica, vista tanto actual como con perspectiva histórica, y el avance en los sistemas de alerta temprana como una actividad necesaria para ofrecer mayor seguridad a las personas.

Un ejemplo de ello es el reciente trabajo de su grupo investigación en la localidad onubense de El Portil. Una población costera que acoge a cerca de 30.000 habitantes en temporada estival. El ejercicio ha consistido en simular qué ocurriría en caso de tsunami, qué zonas se verían más afectadas, los tiempos de evacuación y qué zonas ofrecen mayor seguridad a los ciudadanos ante la llegada de una enorme ola.



El investigador junto a su grupo de expertos.



Francisco Alonso, durante una presentación en un congreso sobre geología.

“Influyen distintos factores en el análisis que hemos hecho, como el tipo de edificio, si la marea está alta o baja, la proximidad al mar... que se analizan para entender cuál es la mejor forma de actuar y sobre ello hemos trazado unas rutas de evacuación, que pueden servir como un primer documento de referencia para las autoridades competentes en la materia”, apunta el geólogo. Ante ello, apela a la conciencia ciudadana y de los responsables públicos para aplicar este tipo de conocimientos en reducir la exposición ante los riesgos naturales.

**Predecir un tsunami en minutos**

Producciones como Lo imposible, de J.A. Bayona, o La gran ola, de Fernando Arroyo, permiten hacerse una idea del poder devastador de un tsunami cuando toca tierra. Andalucía, con 886 kilómetros de costa, está expuesta a este tipo de fenómenos asociados en su mayoría a terremotos. Llegado el momento, ser capaces de predecir su impacto instantes después de que se detecte un tsunami puede marcar la diferencia entre un desastre natural o una catástrofe humanitaria.

Esto es precisamente lo que han conseguido científicos del grupo EDANYA de la Universidad de Málaga: ser capaces de simular el comportamiento de este tipo de olas en su llegada a la costa en muy pocos minutos. Un proceso impensable hace unos pocos años y que requería entre 10 y 12 horas de procesamiento. Su secreto ha sido utilizar las tarjetas gráficas (GPU), que disponen de miles de pequeños procesadores, y que en este caso particular actúa de forma similar a un supercomputador (pero con un coste infinitamente menor).

“Desarrollamos modelos numéricos para resolver problemas de fluidos geofísicos allá donde hay agua en movimiento” comenta Jorge Macías, a lo que suma que “trabajar con modelos para la simulación de tsunamis e intentar que sean utilizados en sistemas de alerta temprana nos ha llevado, de manera obsesiva, a buscar resolver estos modelos en el menor tiempo posible”.

El trabajo, desarrollado junto con el Instituto Nacional de Geofísica y Vulcanología (INGV) italiano, ha llevado al grupo EDANYA a implementar este sistema en equipos informáticos cuyo coste, en la actualidad, es de solamente unos miles de euros, comparado con los millones de euros de un supercomputador tradicional. De estos avances ya se están beneficiando en los sistemas nacionales de alerta temprana de tsunamis de Italia, España o Estados Unidos.



Inmaculada Madrid, junto a Óscar Linde, prueban una maqueta tiflológica inteligente, equipada con sensor táctil para convertirse en la guía y los ojos de personas con visibilidad nula o reducida.

# AXFITO, UN 'MODELO' PARA ADELANTAR LA REALIDAD A ESCALA

La idea empresarial de Grupo Axfito ha crecido como lo hacen sus maquetas, paso a paso y sumando talento, tecnología y nuevas aplicaciones. Esta firma de Granada nació en noviembre de 2007 cuando su fundador, Daniel Cucharero, decidió convertir su pasión por las maquetas en una salida a la crisis económica y puso en marcha un proyecto dedicado a crear realidades en pequeño formato. "Todo surgió en esa época del estallido de la burbuja inmobiliaria, lo que marcó el ritmo de los encargos", recuerda para iDescubre Cucharero.

Ese "fuego lento" al que se cocinó en sus inicios el proyecto permitió a este artesano tecnológico experimentar con materiales, desarrollar técnicas, descartar opciones

Grupo Axfito nació en los años de crisis económica gracias a la habilidad y el empeño de un granadino que quiso convertir su pasión por las maquetas en un proyecto empresarial. La experimentación y el apego a las nuevas tecnologías y la robótica han convertido aquella idea en una firma que recrea proyectos a escala, pero que también se ha especializado en museografía y productos culturales y educativos, al tiempo que ha patentado una maqueta tiflológica inteligente para acercar cualquier realidad a invidentes

**Autoría:** María Ruiz

**Asesoría científica:** Daniel Cucharero

y seguir creando. "Aquel ritmo de pedidos me sirvió para aprender cosas que ahora no podría ni probar, y el proyecto fue creciendo hasta crear una segunda división", añade. Esa segunda fase lleva el nombre y el arte de Inmaculada Madrid, que es desde 2012 el alma del departamento de Cultura y Patrimonio de la empresa.

"Decidimos fusionar nuestros conocimientos y pensamos que de ahí podría salir algo bonito. Nos inventamos una exposición gratuita a nivel nacional y basada en la molinería en la que ella puso el arte como ilustradora y su saber sobre historia y yo hice las maquetas. Y funcionó bien". Esa primera muestra, 'Aquellos molinos llamados gigantes', fue el germen de una empresa que se constituyó como Grupo Axfito en 2015 y que ahora emplea a una decena de personas entre artesanos, historiadores, maquetistas, una arquitecta, técnicos en edificación y en electrónica.

Un año después, la empresa creó los departamentos de Maquetas y diseño y de Gestión Cultura-Patrimonio, desde los que ofrecen una amplia gama de servicios para la creación y desarrollo de proyectos y espacios culturales marcados por un carácter didáctico e interactivo para



La firma granadina recibe el Premio Andalucía Emprende.

que el usuario sea el protagonista. “Fue nuestra manera de pisar el acelerador tecnológico y cuando empezamos a innovar, a diseñar software y a alcanzar nuevos logros”, añade Cucharero.

### Tecnología para ‘dar vida’ a la cultura

Grupo Axfito ha crecido gracias a la mezcla de artesanía y tecnología y el siguiente reto reside precisamente en eso, en volcar el uso de la robótica, la electrónica y los automatismos de las maquetas en la gestión cultural para que visitar un museo sea una experiencia única para cada usuario. Desde esta división, la empresa desarrolla proyectos y espacios culturales didácticos e interactivos, en los que el visitante se convierte en protagonista. Entre otros servicios, idean el planeamiento de exposiciones, investigan y producen contenidos, montan paneles expositivos y elaboran ilustraciones en dos y tres dimensiones con técnicas artísticas.

La parte cultural de la firma se encarga además de realizar maquetas, puzzles, zonas ‘play’ y reproducciones, pero también diseña rutas turísticas y da vida a espacios para convertirlos en una herramienta atractiva para el usuario. En lo que respecta a las maquetas, la tecnología les permite por ejemplo iluminar un accidente concreto en una recreación de la Alpujarra granadina, recrear el hábitat de

un bosque mediterráneo, adelantar las casas del futuro o delimitar un perímetro medieval.

Para que todo esto funcione, Axfito cuenta con un departamento de I+D+i en el que, con un equipo multidisciplinar, se busca avanzar un paso más para crear pequeñas realidades que adelanten el futuro o contenidos que hagan más atractivo un recurso museístico, cultural o turístico. Así, se diseñan programas informáticos, software y soluciones artesanales que, combinadas, permiten presentar a escala realidades que aún no lo son.

### Maquetas tiflológicas inteligentes, un premio a la integración

La apuesta por generar herramientas con fines culturales y el desarrollo de contenido cultural ha permitido a este grupo registrar una nueva patente. Se trata de la maqueta tifloactiva, una maqueta tiflológica inteligente que cuenta con un sensor táctil y que está especialmente diseñada para convertirse en la guía y los ojos de personas con visibilidad nula o reducida.

Con esta patente, el grupo pretende dar total autonomía y comprensión de los espacios culturales y de los monumentos a las personas invidentes y lo logra gracias a una serie de sensores colocados en diferentes puntos de la

maqueta. De este modo, y sin necesidad de buscar una leyenda con su explicación en Braille, el usuario podrá recorrer la maqueta y recibir en tiempo real una locución que le describa qué toca en cada momento.

“Presentamos una demo de esta tecnología realizada sobre la Torre de la Vela de la Alhambra y ofrecimos una demostración en directo con nuestro colaborador Óscar Linde, que sirvió para evidenciar su utilidad”, explica Cucharero, que recuerda que gracias al concepto diseñado por el departamento de I+D+i lograron el premio de la VI edición de Andalucía Emprende.

Para seguir en ese camino hacia la eliminación de las barreras, la empresa colabora con centros de Granada como el Safa de Atarfe, colegio para el que desarrollaron una maqueta de una vivienda ecoeficiente que lució después en la Feria de la Ciencia del municipio. Del mismo modo, elaboraron una maqueta para el Ave María Vistillas de Granada a modo de kit sobre un molino hidráulico harinero de época medieval que les ha enseñado a montar, texturizar y a hacerlo funcionar.

### El sector inmobiliario, el cimiento para seguir creciendo

Alrededor del 80% de la producción y los encargos de Grupo Axfito procede del sector privado y, de ese alto porcentaje, un protagonismo aplastante responde al sector

inmobiliario. Así, los retos promocionales de este sector y la necesidad de presentar una realidad aún por construir se han convertido en uno de los cimientos de crecimiento de la empresa. Axfito cuenta con departamento de electrónica y tecnológico y ultimán, ya para 2020, sumar uno de robótica de la mano del centro Ave María San Cristóbal, para desarrollar la creatividad de alumnos especializados y ofrecerles una salida laboral.

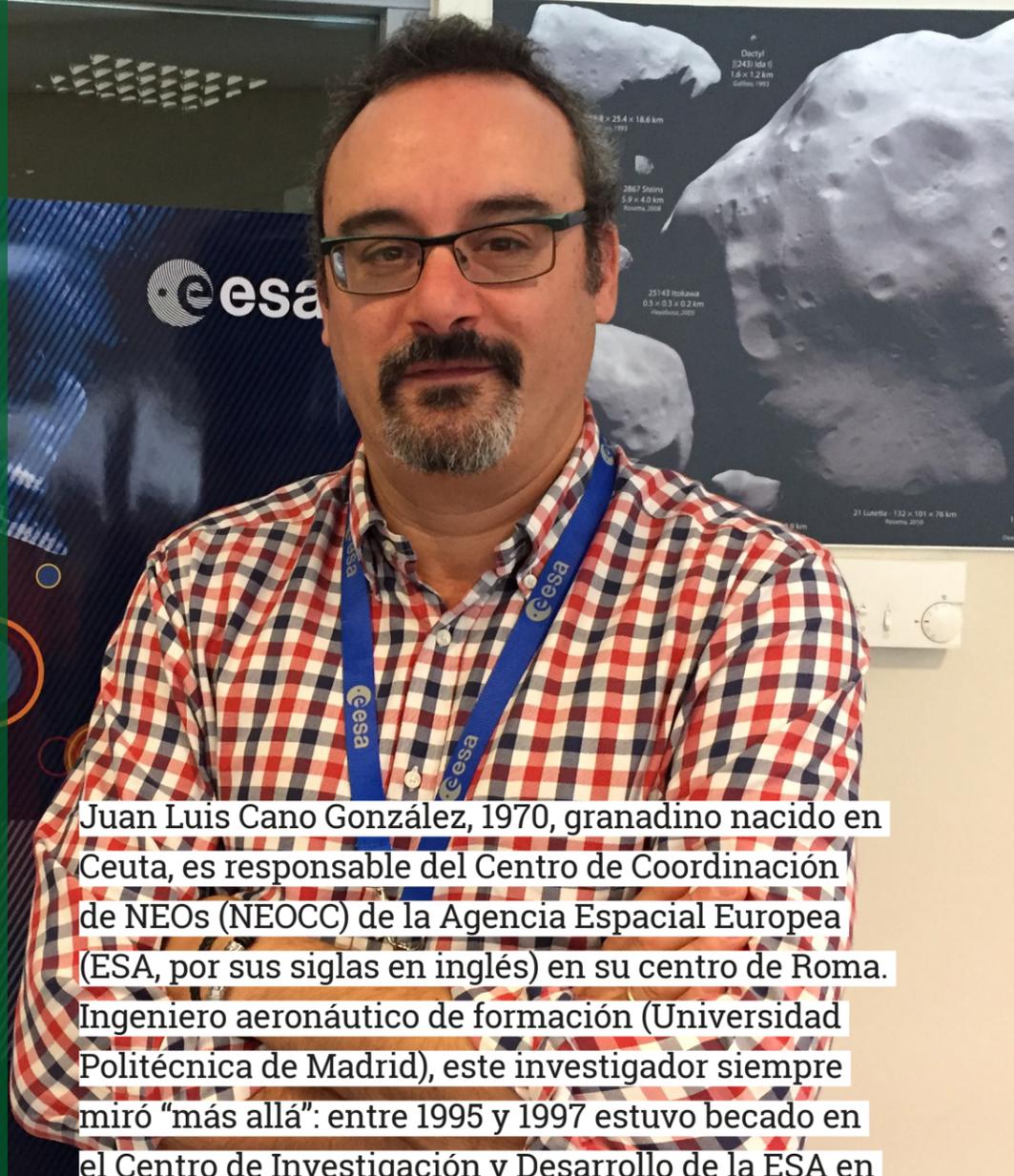
Algunas de los ‘inventos’ que surgen de estos departamentos se convierten en los pilares básicos para el trabajo con el sector inmobiliario, para el que este grupo diseña maquetas con innovaciones. Así, Axfito trabaja con firmas de diferentes puntos de Andalucía y del resto del país a los que ofrece maquetas con piscinas en las que nada gente, aparcamientos con movimiento o ventanas con realidad virtual para que imaginar el futuro sea poco más que un juego de niños.

“Nos encargamos de crear infraestructuras y de desarrollar prototipos para el desarrollo de máquinas, pero también creamos para publicidad o generamos contenido para escenarios de televisión y ficción”, explica Cucharero. De este modo, las maquetas para promociones, instalaciones o museos permiten ver “siluetas” que encienden luces y se mueven por la casa, la reacción de una nave industrial ante un incendio o la museografía de un entorno de valor etnográfico.

Demo de una maqueta tiflológica inteligente sobre un ejemplo de la Torre de la Vela de la Alhambra.



El investigador andaluz, en el NEOCC.



**Juan Luis Cano González, 1970, granadino nacido en Ceuta, es responsable del Centro de Coordinación de NEOs (NEOCC) de la Agencia Espacial Europea (ESA, por sus siglas en inglés) en su centro de Roma. Ingeniero aeronáutico de formación (Universidad Politécnica de Madrid), este investigador siempre miró “más allá”: entre 1995 y 1997 estuvo becado en el Centro de Investigación y Desarrollo de la ESA en Holanda (ESTEC). Posteriormente, formó parte del grupo empresarial GMV y fue destinado al Centro de Operaciones Espaciales de la ESA en Alemania (ESOC). En su regreso a España fue cofundador, en el año 2001, de la firma ‘Deimos Space’. Entre 2011 y 2015 fue responsable de la sección de Análisis de Misión y desde 2003, hasta su llegada a Italia, en 2017, ha trabajado en varias misiones relacionadas con asteroides y defensa planetaria como Don Quijote o Marco Polo, entre otras.**

**Autoría: José Teodoro del Pozo  
Asesoría científica: Juan Luis Cano González**

# “OBSERVAMOS LA TIERRA ANTE LA LLEGADA DE ASTEROIDES”

**Usted, afirma, pertenece a la ‘Generación Cosmos: un viaje personal’, serie documental escrita por Carl Sagan, Ann Druyan y Steven Soter para difundir, entre otros temas, la historia de la astronomía. ¿La divulgación científica marcó su carrera?**

Así fue. Ver esta maravillosa serie sobre la historia de la astronomía hizo que, desde pequeño, quisiera dedicarme al espacio, entender qué hay más allá del cielo. Fíjese si es importante disponer de espacios divulgativos en los medios. Esos espacios tienen un papel importantísimo como catalizadores de las vocaciones de nuestra juventud.

**Recientemente nombrado coordinador del NEOCC, tiene una dilatada carrera ingenieril e investigadora en materia aeroespacial tanto en el extranjero como en España, participando en diversas misiones tanto para la ESA como para la NASA. Comienza en Holanda, y continúa en Alemania.**

En Holanda desarrollamos estudios de aerodinámica y reentrada de vehículos en la atmósfera, como fue el caso del CRV, un vehículo de rescate para la Estación Espacial Internacional. Durante mi estancia en Alemania trabajé en la sección de Análisis de Misión en aplicación a la misión SMART-1 a la Luna. La novedad de este proyecto era que hacía uso de la propulsión eléctrica para moverse, usando menos combustible a cambio de emplear

más tiempo. Lo que se tradujo en una trayectoria que, en vez de durar cuatro o cinco días, como en las misiones Apolo, en este caso se tardaban meses, pero empleando muy poco propelente. Otros objetivos científicos, entre otros, eran ir a la Luna y estudiar su Polo Sur.

**En su regreso a España, en 2001, junto a un grupo de ingenieros, forman ‘Deimos Space’: el inicio de una aventura empresarial que unía vocación y pasión por partes iguales.**

Comenzamos en Madrid en el año 2001. En mi caso, en 2003, me trasladé a Granada, junto a mi mujer, desde donde he trabajado en varios estudios de misiones como *BepiColombo*, *Solar Orbiter*, *ExoMars* y más particularmente en misiones a asteroides y de defensa planetaria como *Don Quijote*, *Marco Polo*, *Proba-IP*, *NEOShield*, *NEOShield-2* o *Stardust*.

**Poco a poco comenzó a enfocar su carrera en proyectos relacionados con defensa planetaria, como la mencionada misión Don Quijote, pionera en el estudio y seguimiento de asteroides potencialmente peligrosos para la Tierra.**

Nos centramos en la defensa de la Tierra: el proyecto consistía en impactar un asteroide para desviarlo y ver cómo actuar en caso de que fuere peligroso para nuestro planeta.

**¿En qué consistía exactamente?**

Lanzar un orbitador que llegaría al asteroide y lo estudiaría antes de la llegada del “impactador”, un pequeño satélite diseñado con el objetivo específico de tener una trayectoria que impactara con el asteroide a una velocidad muy alta, entre 10 y 20 km por segundo, es decir, una especie de satélite bala que se dispararía contra el asteroide y sería agente de la desviación. De esta manera, el orbitador estaría allí recogiendo datos antes y después del impacto. Esta misión de demostración nos habría permitido entender de manera detallada los procesos físicos y tecnológicos asociados y ponernos en situación de actuar cuando hubiera un riesgo cierto..

**Sin embargo, el proyecto no pudo continuar porque la ESA, en este caso, no tenía una línea específica para este tipo de misiones. Ese programa llegó más tarde...**

Con el tiempo, surge el programa de Conocimiento del Medio Espacial (SSA, por sus siglas en inglés) en el que se han podido encuadrar estas actividades. En particular, se puso en marcha la Misión AIDA, de acuerdo entre la ESA y la NASA, y muy similar al *Proyecto Don Quijote*. Esa misión está compuesta del elemento DART de la NASA, que sería el impactador, y el satélite Hera de la ESA, que sería el orbitador de la misión. Esto es lo más actual en materia de defensa planetaria.

**No obstante, hoy día, desde 'Deimos', dirige otros proyectos relacionados con la defensa planetaria.**

Desarrollamos un estudio muy interesante con un centro de investigación alemán que consistía en simular cuáles serían las consecuencias en la Tierra del impacto de varios tipos de asteroideos de tamaños distintos o velocidades diferentes, por ejemplo. Este estudio tuvo la casualidad de que durante su desarrollo ocurrió el evento de Cheliabinsk en el que un objeto de unos 17 m de diámetro entró en la atmósfera e hirió a más de 1500 personas en Rusia.

**Juan Luis Cano: "Disponemos de astrónomos dedicados específicamente a calcular el seguimiento de asteroides con el fin de controlar sus órbitas lo máximo posible, sobre todo aquellos más peligrosos".**

**Proyecto que también ha despertado el interés de la comunidad internacional.**

Sí, de hecho, organizamos un seminario internacional en la sede de 'Deimos' en Madrid para discutir nuestra investigación y el evento de Cheliabinsk.

**Póngame algún ejemplo, por favor.**

Si un asteroide impactara en la Tierra, ¿se generaría un cráter o una explosión en la atmósfera como en el caso de Tunguska, Siberia, ocurrido el 30 de junio de 1908? (en conmemoración a este evento se instauró el Día Internacional de los

Asteroides hace cinco años) ¿Generaría múltiples daños (por suerte no mortales) como el evento de Cheliabinsk o serían peores? ¿Si impacta en mar, cómo se producirían los tsunamis??

**- P: ¿Con qué frecuencia ocurren este tipo de eventos?**

Afortunadamente, no mucho, pero, ciertamente, hay un peligro. Por ejemplo, se estima que objetos de cien metros de diámetro impactan con la Tierra con una frecuencia de uno cada 10 o 20 mil años. Cuanto más pequeños, mayor es su frecuencia. No es fácil tomar decisiones sobre acontecimientos que tienen una probabilidad de ocurrir muy pequeña pero cuyo resultado puede ser bastante devastador. La pregunta es, desde un punto de vista político: ¿qué hacer con este tipo de eventos?

**Desde el NEOCC, en Roma, ¿cuál es vuestra visión de cara a la política y opinión pública?**

Intentamos hacer entender a la población que los asteroides es algo parecido al tema de los terremotos y volcanes. Pero a diferencia de esos casos, la ventaja que tenemos es que, si fuéramos capaces de detectar todos los cuerpos que pasan cerca de la Tierra, sería posible predecir si alguno de ellos va a colisionar o no, algo que no puede hacerse, por ejemplo, con los mencionados volcanes o terremotos.

**Y ese es precisamente el problema...**

Efectivamente. Hay millones de cuerpos que orbitan cerca de la Tierra (los NEOs, por sus siglas en inglés Near Earth Object) y solamente tenemos identificados cerca de 25 mil.

Juan Luis Cano.



**¿Cuál es el procedimiento a la hora de identificar asteroides?**

Hay dos procesos principales: en primer lugar, el descubrimiento, es decir, dedicar recursos a hacer programas de búsqueda, esto es, poner telescopios que todas las noches miren el cielo y hagan un barrido sistemático (scan) para intentar encontrar esos cuerpos. Esto ahora mismo lo está haciendo la NASA con varios observatorios en Estados Unidos como el Catalina Sky Survey de Arizona.

**¿Y el otro?**

El seguimiento. Una vez que un asteroide es descubierto, es necesario tener más observaciones para disponer de una órbita lo más precisa posible del objeto.

**¿Cuál es el papel del Neoocc en este sentido?**

Disponemos de astrónomos dedicados específicamente a hacer seguimiento de asteroides con el fin de mejorar sus órbitas lo máximo posible, sobre todo aquellos más peligrosos.

**Y además proyectan cuál será su trayectoria en el futuro.**

Eso es, calculamos sus órbitas con la máxima precisión posible. Para ello disponemos de una herramienta de software que nos permite recolectar toda la información generada sobre ese asteroide a nivel mundial y el algoritmo produce la órbita más precisa que se puede generar para ese objeto. Además, una vez calculada, es proyectada 100 años en el futuro para ver qué va a pasar con esa órbita con un modelo bastante preciso. Es decir, ¿va a tener un paso cercano por la Tierra? ¿Hay posibilidad de impactar con ella?

**¿Esta información es pública?**

Sí, está publicada en una web de la ESA donde proveemos también de una lista de riesgos. Se puede acceder en el siguiente enlace: <http://neo.ssa.esa.int/>

**Igualmente, desde el Neoocc realizan tareas de divulgación.**

Ponemos a disposición de la población otro tipo de información, principalmente consumida por aquellas personas amantes del espacio: observaciones sobre cómo evoluciona la órbita de un asteroide o saber cuáles van a pasar cerca de la tierra en el último mes, por ejemplo. También damos multitud de conferencias a colegios y grupos diversos, y participamos activamente en la Noche Europea de los Investigadores.

**¿Cómo diferenciamos asteroides potencialmente peligrosos de los que no lo son?**

El cinturón principal de asteroides, lejanos, está entre Marte y Júpiter. Por otro lado, los NEOs, denominados así a los más cercanos a la Tierra, son aquellos que orbitan en la parte más interna del sistema solar, es decir, más cerca de la Tierra. Un asteroide se considera peligroso cuando la órbita del propio asteroide pasa cerca de la Tierra a una distancia menor de un 5% de una unidad astronómica (esto es, la distancia entre el sol y la tierra) y además es mayor de 140 metros. De ese grupo finalmente identificamos a los posibles impactadores, que son los que tienen alguna posibilidad de chocar con la Tierra en los próximos 100 años, que son los que publicamos en nuestra lista de riesgo.

# ACELERADORES DE PARTÍCULAS: LA FÍSICA AL SERVICIO DE LA SALUD



En 2012, el **Gran Colisionador de Hadrones (LHC)**, un acelerador de partículas de 27 km de circunferencia ubicado en Ginebra (Suiza), copó las portadas de periódicos de todo el mundo por un descubrimiento científico que se produjo en sus instalaciones: la confirmación de la existencia de una partícula subatómica, el bosón de Higgs. En España, comunidad científica e instituciones trabajan intensamente en promocionar la candidatura para la instalación de un acelerador de partículas que se dedicará a la investigación y desarrollo de materiales para los futuros reactores de fusión en la localidad granadina de Escúzar. Pero hay otros tipos de aceleradores, más pequeños y con menos presencia mediática, que llevan décadas utilizándose en el ámbito de la salud y que están cumpliendo un papel trascendental en los hospitales andaluces, principalmente en el diagnóstico y tratamiento del cáncer.

Ciclotrón

Autoría: Luz Rodríguez  
Asesoría científica: Joaquín Gómez Camacho

Los aceleradores de partículas se utilizan, actualmente, para varios fines no sólo científicos, sino también para aplicaciones industriales o médicas y se les puede clasificar por su forma, su finalidad y el tipo de haces que producen. El acelerador de partículas lineal, también llamado LINAC (linear accelerator) es un tipo de instrumentación en el cual las partículas son aceleradas a lo largo de una trayectoria rectilínea, lo que hace que el tiempo disponible para la aceleración y la energía lograda por las partículas se vean limitados por la longitud del aparato. En el caso de los circulares, el proceso es diferente y permite que las partículas viajen muchas veces a lo largo de una trayectoria circular. Los aceleradores de partículas fueron principalmente concebidos, diseñados y utilizados para la investigación en física nuclear y física de altas energías, pero en la actualidad se utilizan cada vez más en campos tan diversos como la ciencia de materiales, la biología, la medicina o la arqueología.

En el [Parque Tecnológico Cartuja](#), en Sevilla, se encuentra ubicado el [Centro Nacional de Aceleradores \(CNA\)](#), un centro mixto de la [Universidad de Sevilla](#), [Junta de Andalucía](#) y [Consejo Superior de Investigaciones Científicas \(CSIC\)](#).

Joaquín Gómez Camacho.



Creado en 1998, se trata de una Instalación Científico-Técnica Singular dedicada a la investigación interdisciplinar que cuenta en sus instalaciones con cuatro aceleradores de partículas: un Tandem que puede acelerar cualquier núcleo, un Ciclotrón que acelera protones y deuterones, un Tandetrón para espectrometría de masas y un acelerador compacto para datación por radiocarbono. Además tiene un irradiador de cobalto-60 y un escáner PET/CT para uso clínico. Estos seis equipos se utilizan para investigar en campos tan variados como las ciencias de los materiales, el impacto medioambiental, la física nuclear y de partículas, la instrumentación nuclear o la datación por Carbono 14 e irradiación en muestras de interés tecnológico y biológico y el tratamiento de imágenes médicas. Es esta última, la Tomografía por Emisión de Positrones, conocida por sus siglas PET, la que juega un papel trascendental en el diagnóstico y tratamiento del cáncer.

Desde finales de 2011, el CNA dispone de un escáner PET/CT para personas. Esto le permite recibir pacientes en sus instalaciones, concretamente en el Centro de Diagnóstico para Imagen (CDI). “Los aceleradores de partículas, concretamente, de electrones, llevan mucho tiempo utilizándose



Escáner PET/CT.

en la unidades de radioterapia de los hospitales”, explica el catedrático de Física Atómica, Molecular y Nuclear de la Universidad de Sevilla e investigador del CNA, Joaquín Gómez Camacho, y continúa: “los electrones se aceleran por un sistema de campos eléctricos y magnéticos. Se llevan a velocidades muy altas. Al frenarse bruscamente producen luz, en forma de fotones, que es lo que realmente se utiliza en la radioterapia convencional”. Estos aceleradores son de tamaño pequeño y se ubican en una habitación de las unidades de radioterapia hospitalaria.

### El papel de los positrones

De mayor tamaño son los ciclotrones, que tienen el aspecto de una gran olla exprés y que sirven para producir radioisótopos, átomos con núcleos especiales que se utilizan para imagen médica. “Nosotros, aquí, en el CNA, tenemos un Ciclotrón que produce un átomo denominado Flúor 18. Este flúor emite una partícula que se llama

positrón. Se marca una molécula de glucosa con este flúor y se produce lo que se llama de forma abreviada FDG (fluorodesoxiglucosa). Esta molécula marcada se le inyecta al paciente”, explica Gómez Camacho. Esta glucosa se absorbe preferentemente en zonas del cuerpo en las que hay un consumo alto de energía, lo cual puede ocurrir normalmente, como pasa en el corazón o en el cerebro, o bien anormalmente, como ocurre en un tumor. En esa zona se emiten los positrones ligados a la FDG, que se aniquilan con los electrones. Estos se aniquilan con los electrones que hay alrededor y producen dos rayos de luz, dos fotones, que salen en direcciones opuestas y que son los que se detectan en los equipos de imagen médica, en los conocidos como equipos de tomografía por emisión de positrones (PET). “Esta es una aplicación muy importante de los aceleradores porque posibilitan la producción de radioisótopos, como Flúor 18, que van en los radiofármacos, como la FDG, que permiten llevar a cabo la técnica PET”, resalta el experto. Con ellos se

pueden confirmar tumores y descubrir metástasis, observar la actividad del corazón y los pulmones o estudiar el funcionamiento del cerebro. En el Ciclotrón del CNA producen estos radiofármacos que se distribuyen en los hospitales de Andalucía y Extremadura. En su Unidad de Radiofarmacia (URF) sintetizan radiofármacos para investigación preclínica en pequeños animales para experimentación. En el centro cuentan con una línea de investigación dedicada a la irradiación de células. “Con nuestros aceleradores – comenta Gómez Camacho– irradiamos diferentes cultivos celulares para ver cómo responden a diferentes grados de radiación. Lo hacemos teniendo siempre en cuenta que nuestra motivación final es mejorar los tratamientos de radioterapia convencional o de la técnica conocida como protonterapia que todavía no está disponible en España pero sí en varios países de Europa”.

### Protones para el tratamiento del cáncer infantil

El CNA ha propuesto un proyecto, en colaboración con el Servicio Andaluz de Salud, para la instalación de un ace-

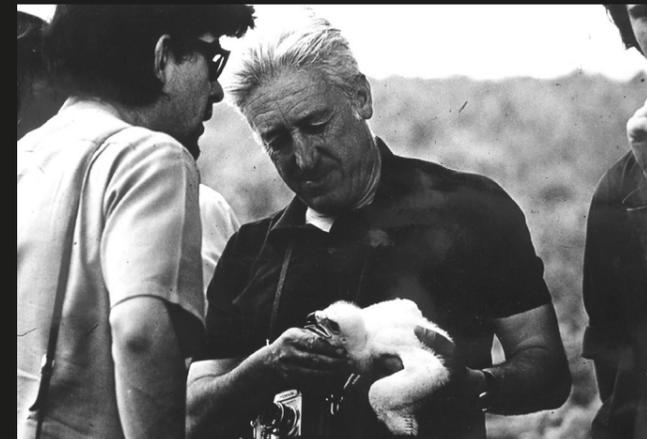
lerador de protones en sus instalaciones de la Isla de la Cartuja, en Sevilla. Este acelerador, junto con un sistema de direccionamiento del haz, permite el tratamiento de ciertos tipos de cáncer, mediante la técnica denominada protonterapia.

En esta técnica se utilizan aceleradores más grandes donde se aceleran protones en lugar de electrones. Son instrumentos muchos más precisos que permiten irradiar en la zona del cuerpo que lo necesita. Esto permite una mejor distribución de la dosis en el tejido tumoral y, por tanto, una mayor preservación del tejido sano circundante que la que se obtiene con la radioterapia convencional. Es por esto por lo que, entre las indicaciones de la protonterapia, se encuentren algunos tumores pediátricos, ya que esta modalidad de tratamiento no compromete el crecimiento del niño. “Lo que queremos es retomar el proyecto, con el nuevo gobierno en Andalucía, para poder llevarlo adelante y que dotemos al Servicio Andaluz de Salud de una herramienta para curar los cánceres infantiles de la manera más adecuada y precisa posible”, concluye Gómez Camacho.

Radiofarmacia.



## EN EL PRÓXIMO NÚMERO...



**Mirador: 50 años del Parque Nacional: El ADN de Doñana.**



**Nacencia: Vestigia, el guardián tecnológico de la cadena de producción.**



**Ciencia y compañía: La ciencia presente en las salinas.**

## 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**

francisco.com.solis@juntadeandalucia.es

**CAROLINA MOYA CASTILLO**

carolina.moya@fundaciondescubre.es

**MIGUEL DELIBES DE CASTRO**

**MAR GARCÍA GORDILLO**

**GEMA REVUELTA DE LA POZA**

**COORDINACIÓN DE CONTENIDOS**

**MIGUEL CARRASCO TELLADO**

miguel.carrasco@fundaciondescubre.es

**COORDINACIÓN DE VERSIÓN DESCARGABLE**

**JOSÉ TEODORO DEL POZO CRUZ**

redaccion@fundaciondescubre.es

**REDACCIÓN**

María Ruiz

Luz Rodríguez

Juan García

José Teodoro del Pozo

José Jesús Fernández

Ester Martín

**HAN COLABORADO...**

**Inmaculada Valor**

**María Luisa de la Flor**

**Cristina Cuenca**

**Octavio Salazar**

**Emilia Moreno**

**María Lucena Pérez**

**Pedro Jordano**

**José Jesús Fernández**

**Ester Martín**

**Francisco Manuel Alonso**

**Jorge Macías**

**Joaquín Gómez Camacho**

**Daniel Cucharero**

**Juan Luis Cano**

**DISEÑO**

Daniel López Martínez

Revista iDescubre

<https://idescubre.fundaciondescubre.es>

ISSN 2444-6920

REVISTA FUNDADA EN 2015

Edita:



ENCONTRARÁS EN DESCUBRE

