



AZNALCÓLLAR 20 AÑOS DESPUÉS: UN EJEMPLO DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL



Imagen de la mina de Aznalcóllar, en la actualidad. / Foto: Teodoro Marañón.

EDITORIAL



REVISTA IDESQBRE

El miedo siempre es un mal consejero. Precisamente la ciencia busca, en cierta medida, alumbrar esos territorios oscuros donde la incertidumbre se hace fuerte y la inquietud, a la que nos conduce lo desconocido, entorpece el juicio y paraliza la acción. Mientras que algunos avances tecnológicos, nacidos de la mejor investigación científica, son celebrados de inmediato por la ciudadanía otros caen del lado del miedo, a veces por simple desconocimiento aunque también suman los prejuicios y los intereses perversos. Uno y otros sólo pueden combatirse con formación e información, mediante un esfuerzo, transparente y riguroso, de divulgación.

Combatir el miedo mediante la razón no significa abandonar la cautela porque esta es, precisamente, la manifestación razonable, y razonada, del miedo. La ciencia, la mejor ciencia, debe invitarnos a prevenir los efectos indeseados de cualquier avance tecnológico sin caer en la trampa de la competitividad a cualquier precio o el tecno-optimismo que todo lo puede.

El debate en torno a los transgénicos es un buen ejemplo de este difícil equilibrio entre el progreso y la precaución, entre la cautela y la vanguardia. Un equilibrio al que no ayuda el ruido que enturbia el

rigor y, menos aún, las amenazas o las presiones que se proyectan contra defensores y detractores de una técnica que, como todas, tiene sus luces y sus sombras.

La ciencia busca alumbrar y lo hace incluso en aquellos escenarios donde el dolor reclama respuestas peligrosamente emocionales. Las pesquisas policiales, en delitos que causan una lógica alarma social, se han beneficiado de esta virtud y son también un buen ejemplo, aunque por discreción no acostumbren a exhibirse, de cómo el miedo y la incertidumbre sólo se combaten con el mejor conocimiento.

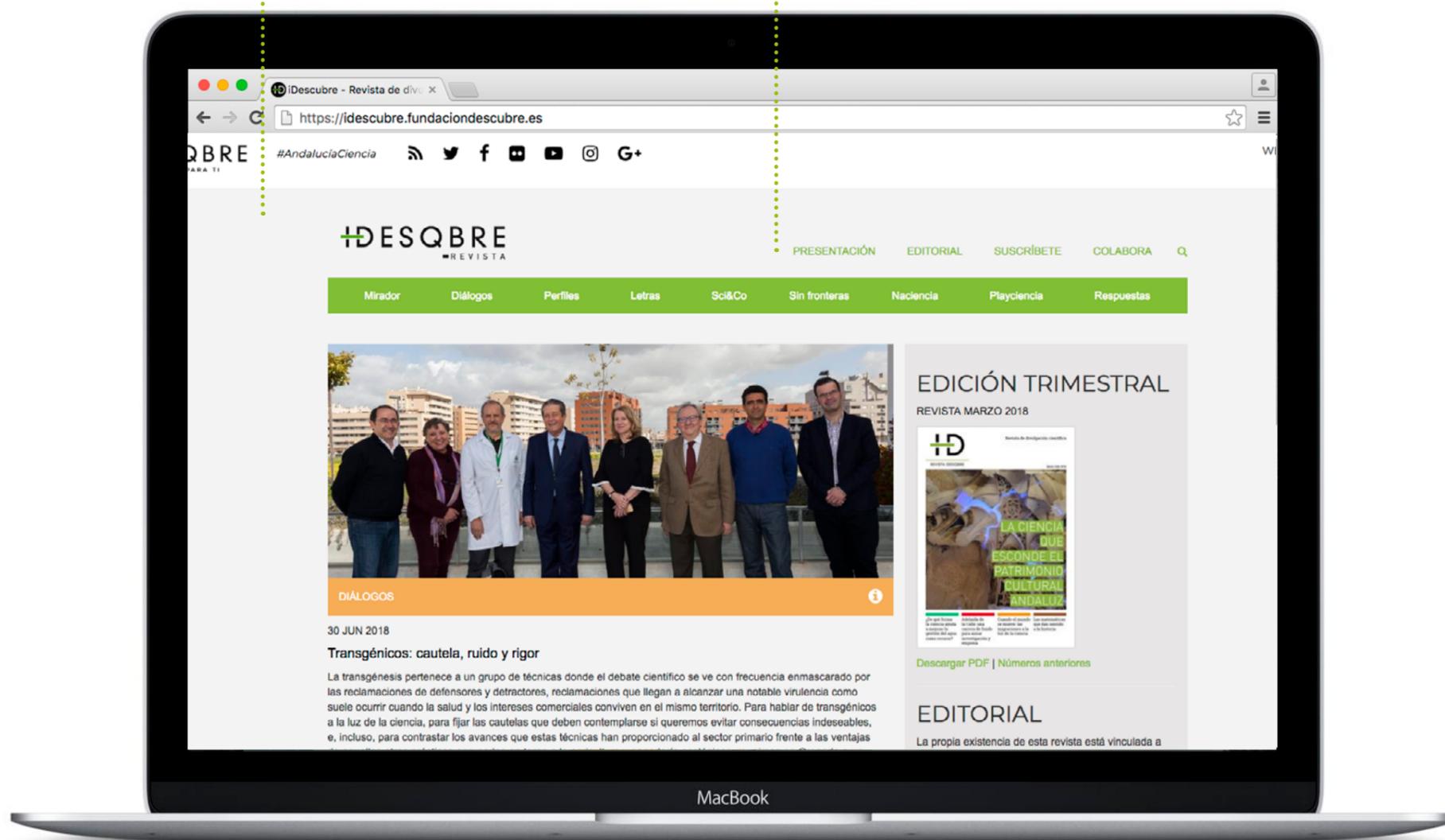


Imagen de la página web iDescubre.



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.

AZNALCÓLLAR 20 AÑOS DESPUÉS: UN EJEMPLO DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL

Cuando se cumple el vigésimo aniversario del vertido minero de Aznalcóllar (Sevilla), que afectó al cauce del Guadiamar y puso en peligro al propio Parque Nacional de Doñana, los trabajos realizados en el territorio en el que se depositaron las aguas ácidas y los lodos tóxicos, cargados de metales pesados, se han convertido en un ejemplo, a escala internacional, de buenas prácticas en la restauración de suelos contaminados.

Fuente: Roberto García
Asesoría científica: Miguel Ferrer,
Alejandro Rodríguez, María Teresa
Domínguez, Teodoro Marañón,
Francisco José Martín

Contrapresa del río Agrio / Foto: Teodoro Marañón.





Vertidos y lodos en Aznalcóllar (1998) / Foto: Teodoro Marañón.



“**R**ecuerdo estar allí al amanecer sin saber lo que nos esperaba”. Así de contundente se muestra Miguel Ferrer, el por entonces director de la [Estación Biológica de Doñana \(Consejo Superior de Investigaciones Científicas\)](#), cuando habla del 25 de abril de 1998, fecha en la que se registró el mayor accidente ecológico de la minería en Europa.

La rotura de la balsa de contención de la mina sevillana de Aznalcóllar, gestionada por la empresa sueca [Boliden](#), supuso la liberación de 6 millones de metros cúbicos de aguas ácidas y lodos tóxicos. La rápida expansión de los vertidos afectó a 63 kilómetros de cauce de los ríos Agrio y Guadiamar y a más de 4600 hectáreas de terreno. Ferrer señala que “en los primeros momentos, tuve una sensación de desconcierto, ya que apenas dos meses antes se había insistido en la necesidad de tener un plan para afrontar posibles accidentes”. Dado que tal documento no existía y, por tanto, no había un procedimiento fijado, el reto más inmediato estaba en limitar la zona afectada. Y así se hizo. Se construyó un dique de contención de urgencia para evitar daños en Doñana, una

medida “muy acertada, como los análisis demostraron con posterioridad”, señala el investigador.

De inmediato, la comunidad científica reaccionó ante la mayor catástrofe de suelo contaminado conocida hasta entonces en el continente europeo. Desde el primer momento se realizaron mediciones y se trasladó a la sociedad lo ocurrido. “Fui consciente de que los científicos, junto con los medios de comunicación, tienen la capacidad de cambiar las cosas”, afirma Ferrer.

Comenzaban así los trabajos de limpieza, unas labores que se pudieron llevar a cabo gracias a que durante los meses siguientes se registraron pocas lluvias, y por tanto, hubo poca dispersión de los vertidos. Aunque durante el primer año se retiró lo acumulado en la superficie, la intervención tuvo que ampliarse para actuar bajo las aguas del río Agrio, donde aún se localizaba lodo contaminado. En esta línea, Alejandro Rodríguez, del Departamento de Biología de la Conservación de la Estación Biológica de Doñana, apunta: “el vertido se retiró con rapidez, la acidez del suelo se trató donde fue necesario, y las labores de

restauración de la cubierta vegetal comenzaron al año siguiente. Con el tiempo, el área afectada entró a formar parte de la Red de Espacios Protegidos de Andalucía”.

Esta fue, sin duda alguna, una de las mayores operaciones de limpieza de suelos contaminados que se llevaban a cabo en el mundo, una actuación en donde resultó decisivo el conocimiento científico y que ha convertido, veinte años después, el caso de Aznalcóllar en todo un referente internacional.

Recuperando los suelos

Para llegar a la situación actual han sido necesarios 20 años de trabajo en los que se han realizado numerosas actuaciones, estudios y programas sobre la zona. Como afirma María Teresa Domínguez, investigadora del área de Edafología del Departamento de Mineralogía, Cristalografía y Química Agrícola de la [Universidad de Sevilla](#), “gracias a estos programas se ha generado una cantidad ingente de conocimiento que puede ser utilizada en caso de que se produzca algún accidente similar en otra zona”.

Recientemente, el grupo de investigación Soil-Plant del [Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla \(IRNAS - CSIC\)](#), ha realizado una revisión de todas las publicaciones científicas relativas a las intervenciones realizadas en la zona, como contribución al [proyecto europeo RECARE](#) sobre prevención y recuperación de suelos degradados en 17 localizaciones europeas, entre las que se encuentra el Guadiamar.

Teodoro Marañón, investigador del grupo Soil-Plant, asegura que durante estos años en el Corredor Verde del Guadiamar se ha realizado un importante esfuerzo investigador. Estas labores han dado como resultado la propuesta de implementación de un proceso de fitorecuperación de suelos contaminados en tres fases: adición de enmiendas, plantación de árboles y monitorización continua.

La primera fase, realizada en los terrenos afectados, fue la aplicación de diversos tipos de enmiendas. Durante un estudio a largo plazo, desde 2002 a 2016, se ha evaluado la efectividad de dos tipos de enmiendas (espuma

Tratamientos en una parcela de experimentación (2017) / Foto: Francisco J. Martín Peinado.





Tratamientos en una parcela de experimentación / Foto: Francisco J. Martín Peinado.



azucarera y compost biosólido). Así, mientras que las enmiendas inorgánicas contribuyeron a aumentar el pH del suelo y reducir la movilidad de los metales, las orgánicas compensaron la pérdida de materia orgánica.

La segunda etapa fue la forestación de los suelos recuperados y una vez transcurrido el tiempo se puede evaluar cómo ha contribuido a la mejora y recuperación del suelo. “Las más de 40 especies de árboles y arbustos que se plantaron han ofrecido la oportunidad de comprobar la efectividad de las diferentes especies en la recuperación de estos suelos contaminados. Ha sido como un gran experimento”, señala Marañón.

El tercer y último paso de este proceso es el seguimiento y monitorización de la presencia de metales pesados en los organismos de la zona afectada. Este proceso es esencial, porque los metales pesados no se eliminan, sino que estas técnicas lo que pretenden es inmovilizarlos y reducir al máximo su transferencia a la red trófica. En este caso concreto se ha podido comprobar cómo, salvo en algunas zonas muy localizadas, la recuperación es muy notable y el riesgo de toxicidad es relativamente bajo.

Evaluación de resultados

En una intervención de la magnitud de la que se viene realizando durante todos estos años en la zona del Corredor Verde del Guadiamar no solo es importante la prueba de diferentes tratamientos para la recuperación de los suelos, sino también la monitorización de los resultados. Francisco José Martín Peinado, del Departamento de Edafología y Química Agrícola de la [Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada](#), quien viene estudiando la zona como muchos otros investigadores desde el momento inicial, confirma que “las labores realizadas han mejorado los suelos, pero todavía quedan zonas contaminadas”.

Las áreas residuales en las que sigue sin crecer vegetación veinte años después son “manchas dispersas” de entre 2 y 200 metros cuadrados, pero que sumadas ocupan unas 200 hectáreas. Si se compara esta cifra con las más de 4000 hectáreas dañadas por los vertidos inicialmente es una superficie pequeña, “pero sigue siendo importante saber que este riesgo está ahí todavía y que hay que finalizar la restauración”, apunta el investigador.

Aun así, hay datos que corroboran que se trabaja en la línea correcta. De esta forma, en otras parcelas se ha comprobado cómo están siendo colonizadas de forma

natural por dos de las especies de la zona: *Lamarckia aurea* y *Spergularia rubra*, que son “tolerantes” a la contaminación y se han instalado cuando han mejorado las condiciones del suelo.

Miguel Ferrer: “Me hubiera gustado ser mucho más contundente con las advertencias; volver atrás varios años antes de que esto ocurriera y haber defendido más la postura de la necesidad de un plan de emergencias”.

Estas son algunas de las conclusiones del proyecto *Evaluación de la toxicidad en suelos contaminados por metales pesados y arsénico mediante el uso de bioensayos*, financiado por el [Ministerio de Economía, Industria y Competitividad](#), en el que han participado, además de la Universidad de Granada, investigadores de las [Universidades de Almería y Ámsterdam](#), así como del [LEITAT, Technological Center](#), de Terrassa (Barcelona). El estudio ha puesto de manifiesto, según Martín Peinado, que “el suelo, con la ayuda del hombre, tiene capacidad de frenar catástrofes”. Pero, sin duda alguna, lo que han permitido estudios como éste es el trabajo de forma conjunta entre distintas administraciones, universidades y centros de investigación, para comenzar a valorar la importancia del respeto a las condiciones ambientales de los suelos.

Lecciones aprendidas

Si al fallo en el diseño de la presa y su posterior ubicación, junto al río Agrio, se añadía la falta de un plan de prevención, la catástrofe se presentaba casi inevitable. “Me hubiera gustado ser mucho más contundente con las advertencias; volver atrás varios años antes de que esto ocurriera y haber defendido más la postura de la necesidad de un plan de emergencias”, asegura Ferrer.

Tomando distancia de lo sucedido aquel 25 de abril de 1998 y analizando las acciones realizadas a lo largo de estos años para la recuperación del entorno cabe preguntarse cuál ha sido el aprendizaje del vertido de Aznalcóllar. Se podría decir que el principal fue la necesidad, como así se ha hecho, de un cambio administrativo en aspectos de seguridad en las concesiones de las explotaciones mineras. Los investigadores coinciden que hoy en día, con las medidas existentes, “no sería posible”. Pero también se



Parcela experimental / Foto: Teodoro Marañón.

han producido modificaciones en la legislación europea que, en aquella época, no estaba unificada en cuanto a suelos contaminados.

A nivel científico, se ha conseguido mucho ya que, como apunta Miguel Ferrer “el conocimiento de la contaminación y sus efectos es, en la actualidad, mucho mayor”. María Teresa Domínguez señala que, ante una catástrofe de estas características, no solo es importante actuar rápido para limitar la penetración de los contaminantes a través del suelo, sino también “monitorizar las condiciones del suelo -sobre todo de pH- y corregirlas con enmiendas cuando sea necesario, para evitar la que la movilidad de los contaminantes del suelo se dispare”. En esta línea, Teodoro Marañón añade que “se han realizado experimentos a largo plazo sobre diferentes tipos de enmiendas que nos han permitido ver cuáles son las mejores técnicas para aplicar en suelos contaminados. El desastre ha permitido conocer la biología de las plantas ante una situación crítica, como la que se manifestó en este amplísimo territorio”.

Por su parte, Alejandro Rodríguez incide en que “el riesgo cero no existe, por muchas precauciones que se tomen y pese a nuestra confianza en soluciones técnicas que tendemos a considerar infalibles”. En este sentido es partidario de aplicar el principio de precaución y dejar

grandes áreas contiguas a las zonas más valiosas como áreas libres de los usos y actividades humanas más agresivas ambientalmente. “Sin declarar estas áreas espacios naturales protegidos, se puede maximizar su biodiversidad estableciendo usos del suelo blandos”, concluye.

Corredor verde

Han pasado 20 años de aquel vertido y en el Corredor Verde del Guadiamar, como apunta María Teresa Domínguez, “la contaminación está relativamente estabilizada, sobre todo en la llanura aluvial”. La zona, como indica Alejandro Rodríguez “presenta un aspecto agradable al visitante, ha sido recolonizada por muchas especies silvestres y se encuentra en un estado de restauración estructuralmente avanzado”. Sin embargo, recuerda que aún no cumple todas sus funciones: “se favorecen los usos recreativos, sin tener en cuenta que una presencia humana excesiva puede interferir con su función como conector de biodiversidad a escala regional”.

Aun así, y aunque todos los investigadores coinciden en que queda trabajo por hacer, no dudan en reconocer que el accidente de la mina de Aznalcóllar es un claro ejemplo a nivel internacional de limpieza y fitorrecuperación de suelos contaminados en una zona con un alto valor natural.

EL PERIODISMO AMBIENTAL: UN APRENDIZAJE FORZOSO.

Fuente: Erika López

Abril de 1998 fue un mes que no pasó desapercibido en el calendario en los ámbitos social, político y económico y ello tuvo un reflejo en los medios de comunicación. Josep Borrell ganó las elecciones primarias, se cumplió el centenario del Athletic de Bilbao, y fallecían el cineasta Stanley Kubrick y el cantante Frank Sinatra. Apareció una revolución médica, la popular Viagra. Y entró en vigor la moneda única europea: el euro sustituía a la peseta en nuestros mercados. Sucedian todos estos acontecimientos, cuando en la madrugada del 25 de abril de 1998 se produjo, sin duda, la principal noticia

ambiental de España en décadas: la balsa minera de Aznalcóllar reventó, dejando escapar más de cuatro hectómetros cúbicos de aguas fuertemente ácidas en las que, disueltos, viajaban lodos cargados de metales pesados.

Ante tal situación, los medios de comunicación entraron en ebullición y se cometieron errores iniciales de bulto: falta de rigurosidad de las fuentes, desinformación generalizada “sobre todo en la prensa internacional, manipulación interesada de datos, escasa especialización de los

periodistas. No obstante, este suceso fue la raíz de la construcción de algo importante y -no lo olvidemos- partió de una demanda de la sociedad: un periodismo ambiental y científico sólido, responsable y especializado, que fuese capaz de valorizar las fuentes, examinar todos los vértices de una noticia y transitar del suceso al proceso con una óptica panorámica de ojo de pez. En este momento, aquel 25 de abril, ciertamente nació un nuevo periodismo ambiental y científico que llegó para quedarse y que alimentó una casta de profesionales que hoy, desde distintos medios, pueden presumir de su absoluto compromiso.



Portadas en la prensa sevillana sobre el desastre de Aznalcóllar.



De izquierda a derecha, José María Montero, Isabel López, Nicolás Olea, Federico Mayor Zaragoza, Teresa Cruz, Francisco Solís, Francisco B. Navarro y Miguel Carrasco / Foto: Charo Valenzuela.

TRANSGÉNICOS: CAUTELA, RUIDO Y RIGOR

LA PRECAUCIÓN Y LAS EVIDENCIAS CIENTÍFICAS DEBEN SER LOS EJES DEL DEBATE EN TORNO A LOS ORGANISMOS TRANSGÉNICOS

Fuente: José María Montero



Protagonistas:

Nicolás Olea

Catedrático de Radiología de la Universidad de Granada y director científico del Instituto de Investigación Biosanitaria de Granada.

Federico Mayor Zaragoza

Presidente de la Fundación Cultura de Paz. Presidente del Consejo Científico de la Fundación Areces. Ex-director general de la UNESCO.

Isabel López Calderón

Catedrática de Genética de la Universidad de Sevilla.

Francisco B. Navarro

Doctor en Biología. Investigador titular y ex-coordinador del área de Producción Ecológica y Recursos Naturales del IFAPA (Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria y Pesquera).

Teresa Cruz

Directora de la Fundación Descubre.

La inquietud social frente a determinados avances científicos, que finalmente derivan en novedades tecnológicas, no es un fenómeno nuevo. De forma periódica los ciudadanos manifiestan sus dudas, cuando no sus miedos, frente a los supuestos beneficios de una nueva técnica que promete resolver alguna cuestión de envergadura. Esa es la primera característica de los avances que suelen generar estas perturbaciones: su potencia, su capacidad para producir cambios de cierta trascendencia. Así lo señalaba hace algunos años Manel Porcar, jefe del grupo de Biotecnología del **Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva de la Universidad de Valencia** quien, además, añadía otros dos elementos a este cóctel: la novedad y la percepción “de una cierta ambigüedad-oscuridad en los resultados”. Quizá habría que añadir un cuarto detalle: la frecuente impericia de la comunidad científica para divulgar la naturaleza y trascendencia real de esos avances, precisando, de manera comprensible, ventajas, inconvenientes e incertidumbres.

La energía nuclear, la robótica, la física de partículas o la biología sintética son buenos ejemplos de este tipo de avances que, más allá de las evidencias y sin el detalle de las incertidumbres, alimentan la alarma de un buen número de personas a las que les resulta muy complicado, sin ser especialistas, distinguir la verdad de los bulos, discriminar el rigor en un escenario de voces desiguales donde acostumbra a dominar el ruido (casi siempre interesado).

La transgénesis también pertenece a este grupo de técnicas inquietantes en donde el debate científico se ve con frecuencia enmascarado por las reclamaciones de defensores y detractores, reclamaciones que llegan a alcanzar una notable virulencia como suele ocurrir cuando la salud y los intereses comerciales conviven en el mismo territorio.

Para hablar de transgénicos a la luz de la ciencia, para fijar las cautelas que deben contemplarse si queremos evitar consecuencias indeseables, e, incluso, para contrastar los avances que estas técnicas han proporcionado al sector primario frente a las ventajas de aquellas otras prácticas agrupadas en torno a la agricultura y ganadería ecológicas, reunimos en Granada a un grupo de especialistas al que se sumó, como público, una nutrida representación de la comunidad académica.

Decidir desde la incertidumbre

Antes de abordar el núcleo de este debate, Nicolás Olea, director científico del Instituto de Investigación Biosanitaria de Granada, insiste, como viene haciendo desde hace años, en la necesidad de aplicar el principio de precaución o cautela siempre que nos enfrentemos a un elemento del que aún no sabemos todo a propósito de su incidencia en la salud humana. “Asociar de forma clara y científica exposiciones ambientales y hábitos con la aparición de

Un momento del Diálogo celebrado en la sede de la Fundación Descubre en Granada / Foto: Charo Valenzuela.



una enfermedad lleva mucho tiempo, tanto como la vida de una persona”, explica, “así es que cuando esperamos a demostrar el daño para evaluar el riesgo suele ser tarde porque es muy posible que ya haya personas que han sufrido los efectos de ese elemento”. Como el coste de la enfermedad es infinitamente mayor que el de la prevención Olea defiende “decidir desde la incertidumbre aunque las pruebas de causalidad no sean totales; es decir, a veces basta con unas buenas sospechas que se apoyen, por ejemplo, en información clínica o en errores previos”. Caemos en la trampa de esperar, de manera que “cuando al final se hace una asociación vinculante entre exposición y enfermedad suele ser demasiado tarde”.

A la palabra precaución hay que añadirle el concepto de apremio, sugiere Federico Mayor Zaragoza. “Ante cualquier proceso potencialmente irreversible, y con independencia de su incidencia epidemiológica, hay que actuar con celeridad”, precisa. Al igual que Olea, prefiere, antes de entrar en materia, señalar las que podríamos considerar reglas de juego irrenunciables, reglas que, para lo bueno y lo malo, deben sostenerse en el rigor científico: “Quien parcialmente conoce, parcialmente juzga. Si la realidad

Nicolás Olea, catedrático de Radiología de la Universidad de Granada y director científico del Instituto de Investigación Biosanitaria de Granada / Foto: Charo Valenzuela.



que nos ha tocado vivir la conocemos de manera superficial sólo podremos transformarla de manera superficial”. Y lo cierto, destaca Mayor Zaragoza, es que en este justo instante “ya hay en el mundo más de 130 millones de hectáreas con cultivos transgénicos, sobre todo de soja, y estas técnicas comienzan a aplicarse en otras parcelas que nada tienen que ver con la alimentación como ocurre, por ejemplo, en la lucha contra el dengue usando mosquitos transgénicos”. Y no se trata únicamente de poner el acento en las posibles maldades de estos avances porque no hace demasiados años “todo el mundo elogiaba los vegetales híbridos que venían de Holanda, y esos híbridos no eran sino transgénicos mendelianos”.

Isabel López: “Cuando aparecieron los transgénicos consideramos que no era necesario contarle a los ciudadanos lo que se estaba haciendo y para qué se estaba haciendo. Estábamos convencidos de que era una tecnología tan buena, tan fantástica, que no necesitaba ser explicada. Y es mentira”.

Otro matiz que conviene no olvidar en este prólogo dedicado a la prevención, un matiz que sintoniza con las cautelas de Nicolás Olea, es el de la epigenética. “Cuando abordamos los posibles efectos en la salud de un determinado elemento”, explica Isabel López, catedrática de Genética de la Universidad de Sevilla, “no podemos despreciar la influencia de los factores ambientales en la expresión de los genes. Es decir, que si una madre fuma no sólo significa que el bebé será más pequeño sino que, además, tendrá unas marcas epigenéticas

que a lo peor la hacen más susceptible a una determinada enfermedad”.

Así las cosas, defiende el ex-director general de la UNESCO, hay que multiplicar el debate científico, “haciendo ver, sobre todo a los más jóvenes, que la información excesivamente asequible y fácil no siempre se convierte en conocimiento”. Y el conocimiento nace, necesariamente, de la investigación: “Investigar es ver lo que otros ven y pensar lo que otros no han pensado. No nos engañemos: lo importante no son los datos sino pensar lo que nadie ha pensado”.

La voz de los pueblos, con el asesoramiento de la comunidad científica, “tiene que rebelarse contra un sistema que está dejando que el poder se concentre en un reducido grupo plutocrático, se llame G-6, G-7 o G-20, que hace exactamente lo contrario a lo que debería hacer por responsabilidad con las generaciones futuras”. Si a pesar de esta evidencia, y de la popularización de sistemas de comunicación globales, “los científicos nos callamos, tenemos que saber que estamos cometiendo un delito de silencio”.

Delito de silencio

Isabel López también lamenta ese “delito de silencio” que ella identifica con una cierta soberbia por parte de la comunidad científica: “Cuando aparecieron los transgénicos consideramos que no era necesario contarle a los ciudadanos lo que se estaba haciendo y para qué se estaba haciendo. Estábamos convencidos de que era una tecnología tan buena, tan fantástica, una tecnología capaz de revolucionar el mundo, que no necesitaba ser explicada. Y es mentira, no es así porque, además, ese silencio ha dejado espacio a los que critican estos avances sin argumentos científicos”.



Isabel López, catedrática de Genética de la Universidad de Sevilla / Foto: Charo Valenzuela.

“¿Para qué necesitan, en la actualidad, los consumidores españoles cultivos transgénicos?”, se pregunta esta catedrática de Genética. “De momento para nada”, concluye, “más allá del beneficio que pueden obtener, por ejemplo, los agricultores argentinos que nos venden soja transgénica porque, paradójicamente, en Europa no está autorizado su cultivo y sólo sembramos el 10 % de la soja que necesitamos. Somos muy reticentes a la siembra de transgénicos pero el 90 % de lo que importamos son transgénicos”. Quizá no haya que pensar en nuestro propio beneficio, argumenta López, “sino en las ventajas que estas técnicas aportan a los países en vías de desarrollo y a las personas que quieren vivir con la misma calidad de vida que nosotros, los habitantes de los países ricos”.

Y aún se pueden señalar otras paradojas en torno a los organismos transgénicos porque en el primer mundo las críticas, el temor, sólo parece estar relacionado “con las cosas que entran por la boca, con la alimentación, y apenas existe debate, por ejemplo, con las aplicaciones médicas. Nadie se niega, si es diabético, a inyectarse insulina aún sabiendo que toda la insulina que se consume en el mundo es transgénica; a nadie le parece un problema

o un riesgo, sólo nos alarmamos cuando nos dicen que vamos a alimentarnos con un producto que tiene un gen añadido de otro organismo”.

La especialidad de Nicolás Olea son los compuestos químicos y no los transgénicos, por eso le inquieta, sobre todo, “el uso abusivo de herbicidas en los cultivos transgénicos, productos como el glifosato que ya sabemos puede ser cancerígeno y que estoy seguro que, después de un largo debate cuyas claves quizá nunca lleguemos a conocer, se terminará prohibiendo”.

La cautela, subraya Olea, “es anticiparse. Si no sabemos lo que puede ocurrir mañana, seamos cautos”. Esta postura también puede plantearse así: “¿No puedes ofrecerme otro maíz, que no sea transgénico, mientras te aseguras que no causa daños en la salud? Y no me digas que si nos detenemos perdemos competitividad porque entonces voy a tener que enseñarte la factura del gasto sanitario”.

¿Para qué necesitamos los transgénicos?

Francisco B. Navarro, investigador del IFAPA, retoma las preguntas de Isabel López: “¿Nos hacen falta los

transgénicos? ¿Para qué?”. No es cierto, lamenta, “que los transgénicos vayan a solucionar el hambre en el mundo, porque hoy, sin recurrir a los transgénicos, podríamos dar de comer a toda la humanidad y sin embargo hay 800 millones de personas que pasan hambre y otras tantas que son obesas, y tiramos a la basura ingentes cantidades de comida”. Éste, defiende, “no puede ser un argumento a favor, al igual que no podemos usar como argumento en contra que los transgénicos son malos para la salud, porque no existe ninguna evidencia científica que lo demuestre”.

A este doctor en biología, que también es agricultor en ecológico, le preocupan otras cuestiones: “Que el falso argumento de la lucha contra el hambre sea en realidad una justificación con la que ocultan sus verdaderos intereses las multinacionales y la agroindustria, y que los vegetales transgénicos puedan contaminar los ancestros de la mayoría de las variedades cultivables que tenemos en el mundo”. Por ejemplo, el cultivo de maíz transgénico en países como Perú o Bolivia “podría contaminar las variedades silvestres de este alimento, los ancestros del maíz que nos conviene mantener a salvo de posibles alteraciones genéticas porque a esas variedades podemos recurrir para resolver múltiples problemas”. En definitiva, la inquietud que se manifiesta en el diálogo no está únicamente relacionada con la salud sino que tiene poderosos vínculos con la economía, la política y la globalización.

“Todos los estudios que se han hecho con los transgénicos que ya se comercializan, organismos que estamos consumiendo desde hace treinta años, indican que no hay riesgo para la salud ni para el medio ambiente”, insiste Isabel López. Y en lo que se refiere “a los estudios sobre riesgos sociales, en forma, por ejemplo, de posiciones dominantes en la elaboración y distribución de estos organismos, posiciones que suelen ocupar algunas multinacionales, los riesgos no difieren de los asociados a otros factores de producción, riesgos vinculados al modelo económico capitalista”.

Francisco B. Navarro, doctor en Biología y coordinador del área de agroecología en el Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA) / Foto: Charo Valenzuela.



Asistentes al Diálogos / Foto: Charo Valenzuela.

LA VOZ DEL PÚBLICO

Aunque abiertos a la comunidad científica, los diálogos que propone la Fundación Descubre no suelen reunir a una audiencia tan numerosa como la que acudió en Granada al reclamo de un tema tan polémico como trascendente y al de unos ponentes de excelencia. De forma resumida estas son algunas de las ideas que pudieron escucharse del lado del público:

* “El debate sobre los transgénicos es una frivolidad del primer mundo. Frente a esta frivolidad también deberíamos hablar de agricultura sostenible o de alimentos kilómetro 0”.

* “Divulgar es iluminar, no deslumbrar”

* “No todo es tan evidente ni todo busca el enriquecimiento de las empresas. Yo comencé pensando: ¿cómo es posible que se desarrolle un maíz transgénico asociado a

un herbicida que se sabe que es peligroso? Mi visión inicial era errónea porque ese maíz ha servido para consumir menos herbicida ya que se usa justo cuando se planta el vegetal, no hay que esperar a que crezca y, por tanto, la cantidad de producto químico es mucho menor”.

* “La pobreza es la mayor enemiga de la salud”.

* “Si nos excedemos en la bioseguridad, a cuenta de haber generado un cierto terror en la sociedad, podemos acabar con la herramienta que hemos creado”.

* “Como científicos debemos someternos a un principio de autocontención: no podemos considerarnos herederos de una casta sacerdotal con derecho a decidir lo que tiene que hacer la sociedad. También tenemos

que someternos al principio de humildad, porque estamos acostumbrados a tener que revisar las cuestiones pasados unos años, algo que está muy relacionado con la cautela, con la precaución. Y finalmente tenemos que asumir el principio de desaislamiento: el efecto de la ciencia no se queda únicamente en el campo científico, lo cual es obvio, sino que está transitado por la economía, las relaciones sociales, la ecología... y todas esas interacciones hay que considerarlas antes de tomar una decisión”.

* “Hay que hacer divulgación valiente, a pesar de las presiones y rechazando las amenazas que sufren aquellos científicos que defienden los transgénicos. A este debate hay que sumar el mayor número de voces posible para enriquecerlo y trasladarlo a la sociedad”.

“Estamos sometidos a la enorme influencia que ejercen un reducido grupo de grandes corporaciones industriales”, denuncia Federico Mayor Zaragoza, quien expone algunos ejemplos de cómo esta influencia no ha podido neutralizarse porque los políticos no cuentan con el asesoramiento de los científicos, porque las decisiones no se apoyan en evidencias científicas. “El caso de las vacas locas”, recuerda este bioquímico, “fue el resultado de la estrategia de grandes firmas norteamericanas para que en Europa los ganaderos dejaran de usar piensos basados en harinas cárnicas y consumieran harinas vegetales de soja transgénica, y todo el debate político y ciudadano que se originó tuvo muy poco rigor científico”.

¿Quién decide sobre los transgénicos?

“En lo que se refiere a los riesgos para la salud de los transgénicos yo no admito respuestas tajantes, de sí o no, excepto cuando proceden del ámbito científico independiente e incorporan el juicio clínico”, defiende Nicolás Olea. “Que a mis inquietudes no responda el ingeniero o el genetista de la empresa, sino un estudio riguroso que, por supuesto, debe pagar el proponente, no el Estado, para demostrar la inocuidad del producto, y a partir de ahí las autoridades deben decidir”, concluye Olea.

Aún admitiendo que su juicio podría resultar muy valioso, Isabel López considera que “es muy difícil incorporar a los

médicos al debate sobre los transgénicos porque en la Universidad no les han enseñado biología molecular”. Al final, todo gira en torno al mejor criterio científico, al rigor. “Cuando llegan las elecciones, ¿nos leemos el programa que sobre ciencia proponen los diferentes partidos?”. Isabel López vuelve a interrogarse para concluir que “nadie se rasga las vestiduras aunque esos programas sean penosos”. Y continúa desmontando los que, a su juicio, son otros argumentos tramposos: “Es cierto que hay casas comerciales detrás de los transgénicos, pero también hay países y organizaciones que están tomando la delantera para desarrollar productos que nada tienen que ver con el simple beneficio económico como ocurre con el arroz dorado, un transgénico que aporta vitamina A, de patente libre gracias a la Fundación Bill Gates y los gobiernos de Filipinas y Bangladesh, y cuyo cultivo está bloqueado por la presión de otra multinacional como es Greenpeace”.

Nicolás Olea: “Hay una inversión enorme en investigaciones cuyos resultados sólo se publican en revistas especializadas, de manera que rara vez esas conclusiones se trasladan al lenguaje político para ayudar en la toma de decisiones”.

Federico Mayor Zaragoza, presidente de la Fundación Cultura de Paz, presidente del Consejo Científico de la Fundación Areces y ex-director general de la UNESCO, durante el debate, junto a Teresa Cruz / Foto: Charo Valenzuela.



En Europa, añade la catedrática de Genética, “se han antepuesto las decisiones políticas, influenciadas por la presión de grupos como Greenpeace, a las decisiones científicas. La EFSA (European Food Safety Authority) ha aprobado un buen número de plantas que pueden sembrarse porque son seguras desde todos los puntos de vista, porque se pueden consumir sin problema y no afectan al medio ambiente, y sin embargo en Europa sólo se siembra el maíz transgénico forrajero MON810 mientras se importan vegetales transgénicos para la cabaña ganadera y se compra en EEUU o India el algodón transgénico necesario para fabricar nuestros billetes de euro”.

“El miedo a algo produce siempre una oportunidad de negocio”, advierte López, y en ese sentido le inquieta que “mientras los científicos no podemos ni debemos ser tajantes los lobbys que se oponen a los transgénicos defienden que son perjudiciales para la salud sin ningún género de duda, y esa falsa certeza se vende muy bien, sobre todo en los medios de comunicación”.

Francisco B. Navarro: “La transgénesis surgió, en cierta medida, observando cómo una bacteria inoculaba su ADN en una planta para sacar provecho de ella. Es decir, que la transgénesis copia algo que ya existe en la naturaleza”.

Al final el debate se nubla con el ruido que producen unos y otros y se echa en falta la voz, razonada, de la ciencia. “Nuestra experiencia a la hora de ir a contarle algo a los responsables políticos ha sido siempre un fracaso”, admite Olea. A este investigador le resulta llamativo que en el Parlamento Europeo “haya un lobby de las corporaciones y un lobby de las ONG, pero no exista ningún lobby que represente a la ciencia”. Este vacío resulta decepcionante porque “al final, cuando uno consigue llegar allí después de varios años advirtiendo de un problema, se sienta en un desayuno con un grupo de parlamentarios que, mientras sirven el café, te dejan hablar quince minutos”. Esta, concluye, “no puede ser la voz de la ciencia en Europa”.



José María Montero modera el Diálogos / Foto: Charo Valenzuela.

Pero, además, y coincidiendo con el lamento común en torno a la escasa divulgación de asuntos como el de los transgénicos, hay otro pecado en la Unión Europea, a juicio del director científico del Instituto de Investigación Biosanitaria de Granada: “hay una inversión enorme en investigaciones cuyos resultados sólo se publican en revistas especializadas, de manera que rara vez esas conclusiones se trasladan al lenguaje político para ayudar en la toma de decisiones”. Y en lo que respecta a acciones que pueden tener repercusión en la salud no está de más “trasladar mensajes rigurosos pero de carácter económico, precisamente para aquellos que toman decisiones con criterios económicos y piensan, por ejemplo, que la salud, que la prevención, es muy cara, sin reparar en el coste, mucho mayor, de la enfermedad”.

En un intento de buscar ese espacio para la ciencia en la toma de decisiones nació, en 2007, Initiative for Science in Europe (ISE), de la que Federico Mayor Zaragoza fue su primer presidente. Pero lo cierto es que, rápidamente, recuerda, “las grandes corporaciones hicieron lo posible para que fuéramos irrelevantes, apenas un grupito de científicos independientes que, por ejemplo, se enfren-

taban a mil quinientos lobbistas que defendían un determinado transgénico". Es muy complicado vencer esa inercia "si no son los propios países, los gobiernos, los que reclamaran el asesoramiento científico".

A modo de resumen, aunque también podría haber servido de introducción a este diálogo, Francisco B. Navarro explica que "la transgénesis surgió, en cierta medida, observando cómo una bacteria inculaba su ADN en una planta para sacar provecho de ella. Es decir, que la transgénesis copia algo que ya existe en la naturaleza". Y reforzando este argumento, hasta cierto punto tranquilizador, precisa que "cuando hablamos de organismos

modificados genéticamente (OMG) debemos tener presente que todo lo que nos comemos ha sido modificado genéticamente en los últimos diez o quince mil años, porque en ese plazo de tiempo el hombre ha ido mejorando los animales y plantas de su interés, cruzando, incluso, especies diferentes". A este investigador del IFAPA le preocupa mucho más la componente socioeconómica, "la posible pérdida de soberanía alimentaria si las variedades más interesantes, y sus semillas, están en manos de multinacionales, si desaparecen las variedades autóctonas, si el mundo rural sigue despoblándose". Este proceso, ligado a la globalización, advierte, "es el que nos hace más vulnerables".

Los transgénicos son modificados genéticamente en el laboratorio.



Un momento del Diálogo celebrado en Granada / Foto: Charo Valenzuela.

CRISPR: NUEVOS INTERROGANTES

Es muy posible que en poco tiempo los ejes de este debate cambien de manera sustancial merced a los últimos avances asociados a la tecnología CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats), una revolucionaria herramienta para la edición de genes. "Hibridar significa cruzar y la transgénesis consiste en sacar un gen de un organismo y meterlo en otro, pero la tecnología CRISPR es meter los instrumentos dentro de la célula y trabajar in situ, con lo cual no hay material genético exógeno", explica Isabel López.

Las aplicaciones de este tipo de edición genética ya se están materializando con la aparición de algunos organismos que resuelven problemas de salud o de productividad. "En Estados Unidos", revela López, "ya se ha conseguido una variedad de patata que cuando se fríe no produce acrilamida, una sustancia cancerígena, y también

un cerdo que no es vulnerable a la peste porcina africana. Y estos son sólo dos ejemplos de lo que se puede conseguir con CRISPR, una técnica que lo cambia todo".

En el desarrollo del sistema CRISPR han resultado decisivas las aportaciones del español Francisco Juan Martínez Mójica, titular del Departamento de Fisiología, Genética y Microbiología de la **Universidad de Alicante**, quien acuñó este término en 1993.

Al mismo tiempo que se vislumbran alguna de sus ventajas no dejan de cuestionarse sus riesgos potenciales. El primer estudio sobre posibles mutaciones indeseadas en ratones tratados con CRISPR resultó ser erróneo, pero un trabajo reciente publicado en **Nature Medicine** advierte sobre los problemas que puede generar la "competencia", en células humanas, entre CRISPR y el gen P53, considerado el más

importante en la prevención del cáncer. Como han señalado algunos especialistas, no se trata de un trabajo contra CRISPR sino contra las prisas, porque lo cierto es que la técnica es muy novedosa y aún debe ser evaluada en profundidad. Volvemos, pues, a la necesaria cautela, sobre todo porque algunas agencias internacionales consideran que los organismos obtenidos mediante CRISPR no deben someterse a la legislación y restricciones que se aplican a los transgénicos, lo cual plantea nuevas incertidumbres y máxima atención.

"Hay que estar muy atentos al rigor e independencia de los estudios científicos", advierte Isabel López, "para que, sin despreciar el principio de cautela, tampoco caigamos en la trampa de ser excesivamente pacatos y terminemos por trabarnos los pies y no avanzar".



ANÍBAL OLLERO: EL CEREBRO DE LOS ROBOTS VOLADORES

Natural de Sevilla, la inquietud de Ollero por la robótica y los aviones le viene de pequeño, ya que en su familia había pilotos y por tanto viajó desde muy niño en aviones. Ahí se apasionó por la aeronáutica, una motivación que ha mantenido desde el punto de vista profesional después de estudiar la carrera de Ingeniería en Sevilla. A ello se sumó posteriormente su atracción por la robótica, sobre todo tras una estancia que realizó en el [Instituto de Robótica de la Carnegie Mellon University \(EE UU\)](#), el más importante del mundo. “Fue en los años 90 y me impactó mucho personal y profesionalmente, por lo que hizo que me dedicara a partir de entonces a la robótica”, cuenta Ollero. “Me fui a trabajar en un proyecto sobre robótica espacial y me inicié también en la robótica

Entre aviones y robots, Aníbal Ollero Baturone, catedrático de Robótica de la Universidad de Sevilla, se ha convertido en un referente en la investigación mundial, labor reconocida por galardones internacionales y que le ha hecho ser finalista de los European Leadership Awards dentro de la categoría de Innovador Europeo del Año, premios que se fallaron el pasado 23 de mayo en Bruselas. Y todo desde Andalucía, que, pese a que en muchos casos no se conozca, alberga el mayor grupo de robótica de España.

Fuente: Susana Vallejo

Asesoría científica: Aníbal Ollero

Aníbal Ollero Baturone, catedrático de Robótica de la Universidad de Sevilla.

aérea, creando los cimientos de toda mi carrera posterior”, cuenta Ollero, que se decantó por la investigación cuando comprobó, trabajando durante la carrera, el tipo de trabajos que no le motivaba. “Siempre me han gustado los retos, buscar soluciones eficientes pero también por caminos diferentes”, explica. Y la investigación enlazaba además con otras motivaciones personales como la curiosidad y la “búsqueda de la creatividad compensando mi carencia de capacidades artísticas que observaba en otros miembros de mi familia”.

Y no ha parado, hasta el punto de ser director de importantes proyectos europeos de investigación, del Grupo de Robótica, Visión y Control de la Universidad de Sevilla (que cuenta

con más de 70 investigadores) y asesor científico del **Centro Avanzado de Tecnologías Aeroespaciales FADA-CATEC**, además de autor de numerosas publicaciones científicas. A lo largo de su trayectoria ha liderado unos 150 proyectos y en la actualidad coordina el proyecto Aeroarms sobre robots manipuladores aéreos, es presidente del comité del **IEEE** dedicado a la robótica aérea, así como miembro del Comité de Dirección de la sociedad europea **euRobotics** y coordinador de su grupo de trabajo sobre robótica aérea, al tiempo que ha sido hasta el pasado noviembre presidente de la **Sociedad Española de Investigación y Desarrollo en Robótica (Seidrob)**. Todo un currículum que le ha valido ya 19 premios, la mayor parte internacionales. Una situación muy diferente a sus comienzos ya que Ollero recuerda los tiempos en los que los recursos eran mínimos. “Prácticamente no había proyectos de investigación. Recuerdo asistir a congresos fuera de España en camping”, apunta. Y hoy sigue al pie del cañón afanado en descifrar y perfeccionar el uso de los robots, estos ‘ayudantes’ del hombre que están ya más presentes en la sociedad y en la vida diaria de lo que pensamos. “Mi vida profesional está en la intersección entre la robótica y la aeronáutica. Siempre me gustaba lo que volaba y llevo en robótica bastantes años. Mi vida gira en la actualidad en la combinación de ambos ámbitos, con robots voladores a los que dedico bastantes horas al día. De hecho, ya no me ocupo de otro tipo de actividades de gestión universitaria, sino que casi la totalidad de mi vida profesional está dedicada a esto”, confiesa.

Sin embargo, saca tiempo para estar con la familia en el espacio que le dejan sus innumerables viajes por el mundo, hacer deporte o leer.

La convivencia entre humanos y robots

La robótica actual es fruto de un trabajo de décadas. Ollero, en concreto, lleva 20 años trabajando con drones. “Una buena parte de la posición que tenemos hoy en este ámbito es fruto de nuestro trabajo desde hace 20 años. Ya teníamos una buena posición internacional, ahora trabajamos, no sólo en mantener esa posición, sino en la búsqueda de tendencias de futuro”, explica. Precisamente su relación

con en el Instituto de Robótica de la Carnegie Mellon University (EE UU) ha permitido a Ollero conocer de primera mano las tendencias en esta materia. “Trabajábamos con los investigadores más importantes y sabíamos por dónde iban las tendencias. Así, hace ya dos décadas que investigaban en la robótica del futuro, tanto con robots aéreos o drones, como en otras aplicaciones de la robótica como los coches sin conductor”.

Y aunque para muchos aún es algo propio de ciencia ficción, la robótica está cada vez más presente en la vida diaria. “Los robots ya están realizando trabajos. Son máquinas que van a trabajar con nosotros y hacer tareas conjuntas. Van a estar en nuestra vida colaborando, no sustituyendo el trabajo que hacemos, al menos en un buen número de los trabajos. No obstante, se podrán especializar en los trabajos que no queramos desempeñar”, señala Ollero, que añade la necesidad de que España siga trabajando en un sector con gran competencia. “No podemos competir por ser más baratos. Por el contrario, tenemos que hacer las cosas mejor y utilizar los medios tecnológicos a nuestro alcance para competir. Solo así tendremos una sociedad que de alguna manera no sea frágil y muy dependiente de otros”, indica. A su juicio,

la robótica debe contribuir en Andalucía a la generación de empleo, no a su sustitución.

De Andalucía al resto del mundo

En este contexto, Andalucía juega, a su juicio, un papel relevante en Europa en varias de las tecnologías en las que la comunidad autónoma es líder. Es el caso del trabajo que desarrollan conjuntamente la Universidad de Sevilla y el Centro Avanzado de Tecnologías Aeroespaciales con un equipo humano de casi un centenar de personas centrado en la robótica aérea, dentro de la cual se incluye la manipulación aérea; es decir, drones que no sólo hacen fotos o toman datos, sino que tienen capacidad para interactuar a través de brazos robóticos.

Señala sin embargo puntos débiles que todavía hay que corregir: la fiabilidad y la seguridad. “No sólo debemos hacer máquinas que funcionen, sino que sean fiables y seguras”.

El proyecto europeo Aeroarms, que coordina Aníbal Ollero, está centrado en la investigación para el desarrollo de robótica área de manipulación aplicada a la inspección y el mantenimiento industrial. El proyecto, en el que participan 10 socios de 5 países, desarrolla máquinas que hagan este trabajo de inspección en altura y mantenimiento de forma eficiente y segura. “En breve trabajaremos en otros drones que se aplicarán en un horizonte más lejano para evitar que puedan hacer daño con los rotores, que puedan volar más tiempo, que sean más eficientes, etc.”. Proyectos para los que la financiación resulta fundamental. El creciente interés empresarial por el desarrollo de la robótica resulta clave. Según Ollero, la financiación de su grupo procede fundamentalmente de la UE y las empresas.

Afortunadamente, asegura, el futuro de la investigación está asegurado debido a que el interés por lo aeroespacial y la robótica crece entre los jóvenes. “Tenemos buenos alumnos y quienes desean iniciar tareas de innovación e investigación pueden trabajar incluso desde que estudian. Para mí no hay brecha entre lo que enseño y en lo que trabajo. Eso es importante. Hay otros profesores que investigan unos temas y enseñan otros”.

Ollero considera clave la divulgación de su trabajo investigador entre la población general para que la robótica deje

de sonar a ciencia ficción y tampoco cree falsas expectativas. “Quizá quienes investigamos no nos esforzamos lo suficiente en la divulgación de lo que hacemos por lo que no tenemos suficiente visibilidad y no se informa lo suficiente de las limitaciones a corto plazo, eso tenemos que cambiarlo”, defiende.

El proyecto europeo ‘Aeroarms’, que coordina Aníbal Ollero, está centrado en la investigación para el desarrollo de robótica área de manipulación aplicada a la inspección y el mantenimiento industrial.

Su último reconocimiento importante se produjo el pasado 23 de mayo en Bruselas como finalista al **European Leadership Awards** que otorgan Euronews y European Business Summit. Una nominación que agradece, si bien admite que le ha obligado a modificar su agenda y renunciar al mayor congreso sobre robótica que se celebra en las mismas fechas en Australia. “Los premios siempre son muy positivos, son una satisfacción, aunque no podemos trabajar pensando en ellos”, finaliza.

Anibal Ollero Baturone, catedrático de Robótica de la Universidad de Sevilla.





La informática o la biología cada vez más están detrás de buena parte de la resolución de casos.

LUCHA CONTRA EL DELITO: DEL BIG DATA A LA BIOLOGÍA AVANZADA

Fuente: Antonio Manfredi
Asesoría científica: Luis Hernández

En los últimos veinte años la ciencia policial ha evolucionado hacia herramientas altamente fiables, capaces de ayudar al investigador a descubrir al autor o autores de un delito que, antaño, con toda probabilidad hubiera quedado impune. Son capacidades científicas al servicio de los cuerpos policiales que, además, garantizan la prueba ante la autoridad judicial y, lo que es más importante desde el punto de vista de la víctima del delito, los tiempos de resolución se han acortado exponencialmente.

*“Chamorro, que manejaba el ratón, nos lo explicó al fin.
—Esta línea amarilla sobre el mapa es el itinerario de uno de los móviles que le intervinimos a Ríchar. Estaba a nombre de su novia. Aquí veis el movimiento de los quince días previos al secuestro.
Fue pasando pantallas, una por día.
—Ahora voy a poner en rojo el itinerario de otro móvil, de esos mismos quince días. Mirad cuántas veces y dónde y a qué horas se cruzan. ¿Sabéis quién lo utilizaba, y lo sigue aún utilizando?
La observé. Aquello rellenaba, de golpe, todos los huecos que tenía nuestra historia”.¹*

El subteniente Bevilacqua inicia la resolución del caso gracias al manejo de la ingente cantidad de datos que ofrece la telefonía móvil y que los cuerpos policiales españoles

¹. El párrafo corresponde a la novela ‘Lejos del Corazón’ (ED Destino 2018) de Lorenzo Silva, cuyos protagonistas son dos miembros de la Guardia Civil, el subteniente Bevilacqua y la sargento Chamorro, esta vez empeñados en desvelar dos posibles asesinatos en el Campo de Gibraltar.

manejan a través del **Sistema Integrado de Interceptación de Telecomunicaciones (SITEL)** que, con el correspondiente mandamiento judicial, permite seguimientos completos y simultáneos de cientos de comunicaciones telefónicas y, lo que es más importante, la ubicación de cada uno de los dispositivos en un día y hora concreto. La **Unidad Central Operativa de la Guardia Civil (UCO)** revisó decenas de miles de comunicaciones en el caso de la desaparición, en el verano de 2017, de la joven Diana Quer, en la costa gallega, cuyo cadáver fue finalmente encontrado en diciembre. Una vez hallado el teléfono móvil de la víctima bajo el agua y reparado, se consiguió establecer una pauta de sus últimas horas y se compararon con las de miles de usuarios, lo que puso en la pista a los investigadores del presunto asesino, ya que se pudo acotar una muy corta lista de sospechosos en un tiempo récord. El manejo inteligente de millones de datos, procedentes de diversas fuentes, sirvió para resolver un caso muy difícil. (Véase **Informe Semanal**, de TVE sobre el caso).



Microscopio de Comparación del Laboratorio de Criminalística, usado en balística.

En el mismo sentido, el seguimiento del dispositivo móvil de la presunta asesina del niño Gabriel Cruz, en Hortichuelas (Almería), permitió a los investigadores, también de la UCO, “señalar” a la sospechosa y someterla a seguimientos que, a la postre, supusieron su detención. El teniente coronel Luis Hernández, jefe del Área Técnica de la Jefatura de Información de la Guardia Civil, nos señala que, desde la reforma de la **Ley de Enjuiciamiento Criminal**, que entró en vigor en diciembre de 2015, “se ha regulado por primera vez el registro remoto de ordenadores e intervención de las comunicaciones telefónicas y telemáticas con un riguroso nivel de detalle; entre otros los mensajes de Whatsapp. Eso sí,

siempre se debe contar con autorización judicial. Cualquier actuación fuera de ese marco legal sería obviamente una ilegalidad y, por lo tanto, con la consiguiente responsabilidad penal”. Dos dictámenes del Tribunal Supremo y la Agencia Española de Protección de Datos avalan esta pulcritud procedimental de SITEL. La Ley (artículo 59) señala taxativamente que “las medidas de investigación tecnológica deben satisfacer los principios de idoneidad, excepcionalidad, necesidad y proporcionalidad, cuya concurrencia debe encontrarse suficientemente justificada en la resolución judicial habilitadora”. Afortunadamente, en relativamente poco tiempo, SITEL ha demostrado una eficacia que es estudiada por otras policías europeas, por cuanto acorta y fundamenta investigaciones de mucho calado y gran repercusión social.

No obstante, el teniente coronel Luis Hernández señala que también el delincuente obtiene beneficios de la tecnología y, por lo tanto, “*siempre hay que estar mejorando nuestros procedimientos*”. El máximo responsable de la Guardia Civil nos señala tres retos de futuro. En primer lugar,

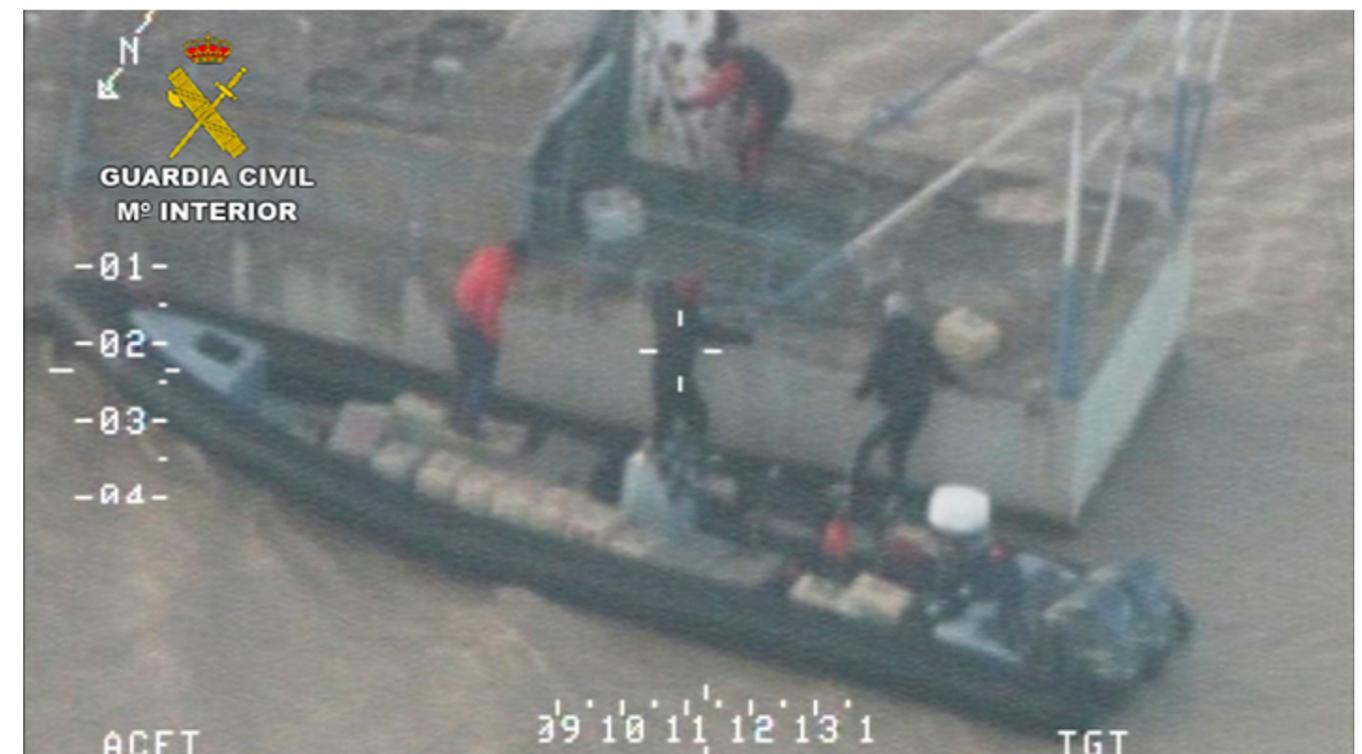
avanzar en el big data y “*ser capaces de generar ciberinteligencia y sacarle un rendimiento real*”. En segundo lugar, abordar con claridad la llegada de las comunicaciones 5G, que está previsto que estén en pleno desarrollo en dos años; “*lo que generará ingentes volúmenes de información y nos supondrá muy serios esfuerzos para su interceptación y análisis*”. Finalmente, “*el cifrado de contenidos y contenedores de información, que son pieza clave en la seguridad y la privacidad y, por ende, cuando hay que abordar una acción aumentan nuestras dificultades*”. Pero, a pesar de todo ello, mantiene el optimismo; “*en informática no hay nada seguro, pero tampoco hay nada imposible*”.

Finalmente, no nos resistimos a preguntar al teniente coronel Luis Hernández sobre uno de los temas de moda, el bitcoin o las criptomonedas. Es rotundo en su respuesta: “*las criptomonedas llevan detrás un ánimo claro de defraudar, de eludir los controles fiscales; así que quitémosle esa parte romántica que algunos mantienen*”.

Avances científicos destacados también se han producido en muchas otras disciplinas policiales, como en balística, que ha encontrado en nuevas capacidades químicas un gran aliado, a la hora de reconstruir e identificar armamento y munición. Igualmente, los avances en óptica permiten a los peritos calígrafos llegar al último rincón



Imágenes captadas desde una cámara aérea de la Guardia Civil.



de un trazo y determinar su validez o, también, disponer de cámaras de alta resolución en aeronaves y vehículos para seguimiento y captura de sospechosos, aún en las peores condiciones lumínicas.

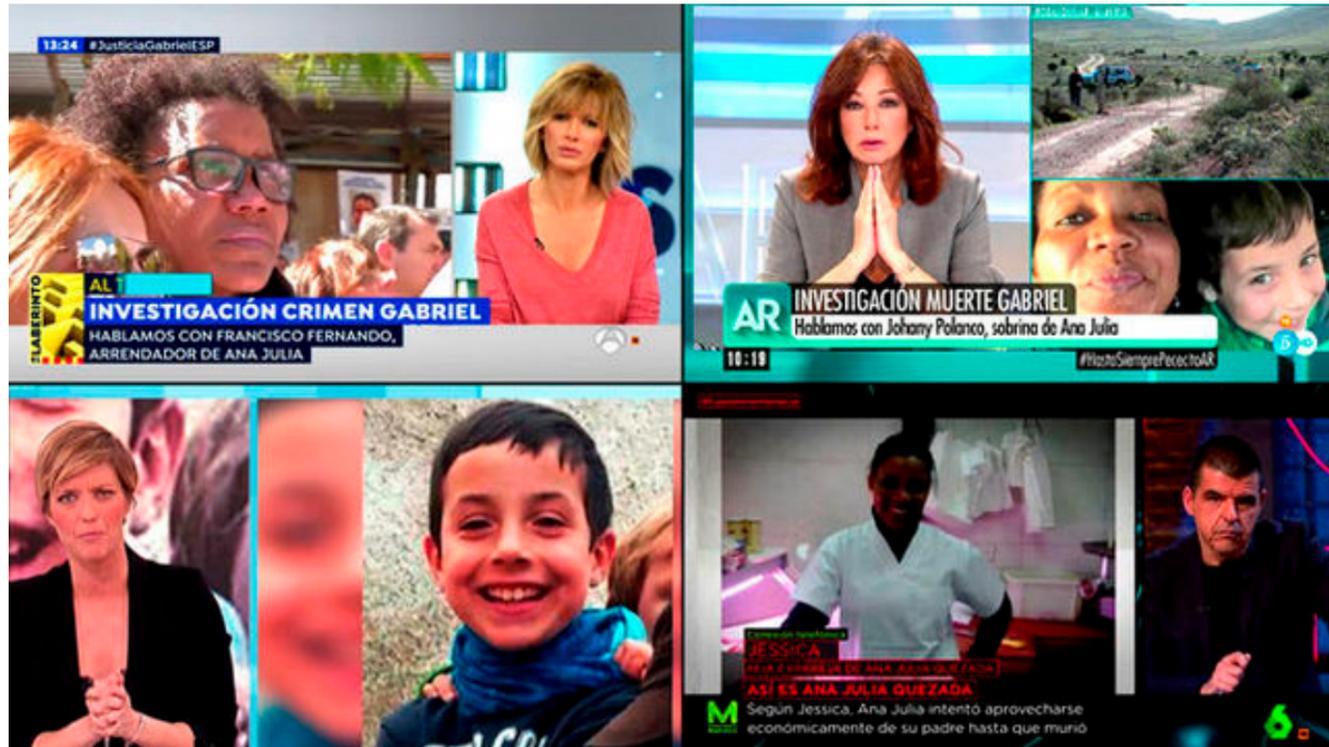
En cuanto a los avances en disciplinas relacionadas con la biología, baste recordar el trabajo del Cuerpo Nacional de Policía en la detención y puesta a disposición judicial del autor del secuestro de cuatro niñas en 2013 y 2014 en el Distrito de Ciudad Lineal de Madrid, Antonio Ortiz, finalmente condenado por el Tribunal Supremo a 70 años de prisión. Además de la tecnología de posicionamiento telefónico de SÍTEL, los investigadores ataron cabos con las declaraciones de las cuatro niñas y fue posible establecer de forma clara e indubitada la autoría de los secuestros gracias al ADN encontrado en los restos del vómito de una de las niñas, a pesar de que el autor limpiaba con mucho esmero el piso donde las llevaba.

Igual ocurrió con la colilla que acabó por incriminar al británico Alexander King en el asesinato de la joven Rocío Wanninkhof en Mijas (Málaga). En 2004 se resolvió el asesinato de la joven Sonia Carabantes y los investigadores descubrieron que el ADN del británico también estaba en una colilla encontrada junto al cadáver de Rocío. Una inocente, encarcelada como autora de la muerte, Dolores Vázquez, fue liberada después de 17 meses encarcelada y de un suplicio mediático.



Espectrómetro utilizado para la detección de moneda falsa.

Ejemplos del tratamiento del caso de Gabriel en programas de entretenimiento de diferentes cadenas e televisión.



LA TELEVISIÓN Y LAS REDES SOCIALES CONVIERTEN LAS INVESTIGACIONES POLICIALES EN ESPECTÁCULOS MEDIÁTICOS

Con la misma rapidez y efectividad que la ciencia policial, la sociedad española vive, desde el crimen de Alcácer (asesinato de tres jóvenes en 1992) y sobre todo desde el caso Rocío Wanninkhof (asesinada en 1999), una hiperactividad mediática muy llamativa. Recordemos los recientes casos de la joven Diana Quer o el pequeño Gabriel, donde los investigadores tuvieron problemas para hacer seguimientos de sospechosos, al ser seguidos por vehículos con cámaras de televisión, intentando convertir la investigación policial en un espectáculo mediático.

Por una parte, la televisión, y no precisamente sus informativos, sino los programas de entretenimiento matinales y vespertinos, que necesitan horas y horas de argumentos que permitan atar a la audiencia. Por otro lado, el impacto de las Redes Sociales, que una y otra vez repiten, interpretan, modifican y reinventan las noticias de las investigaciones policiales, con el consiguiente peligro de afectar a los familiares de la víctima y todo su entorno social y, lo que es peor, de ejecutar una "condena

mediática" sobre alguien que luego es descartado por los investigadores como sospechoso.

En el caso del niño Gabriel, el teniente coronel de la Guardia Civil, José Hernández Mosquera, al frente de la investigación, reconoció que aisló de la prensa a la presunta

televisión ha incurrido en un sensacionalismo extremo que podría haber quebrado derechos fundamentales de personas que, circunstancialmente, se han visto involucradas en este suceso". En concreto se refería al trato recibido por una persona, que tenía una orden de alejamiento de la madre del menor. El Consejo Audiovisual denunciaba "la manipulación informativa y la quiebra intencionada, con fines comerciales y de alimentar el espectáculo televisivo, del principio fundamental de veracidad al seguir vinculando a esta persona con la desaparición y muerte del menor en los



autora (Ana Julia, la pareja del padre del niño) fue necesario para que se confiara y poder detenerla, como finalmente ocurrió. Es decir, que el interés mediático de un suceso lleva necesariamente a los investigadores a introducir la presencia de las cámaras y los periodistas como un elemento más a tener en cuenta, especialmente para evitar que se malogren algunas investigaciones.

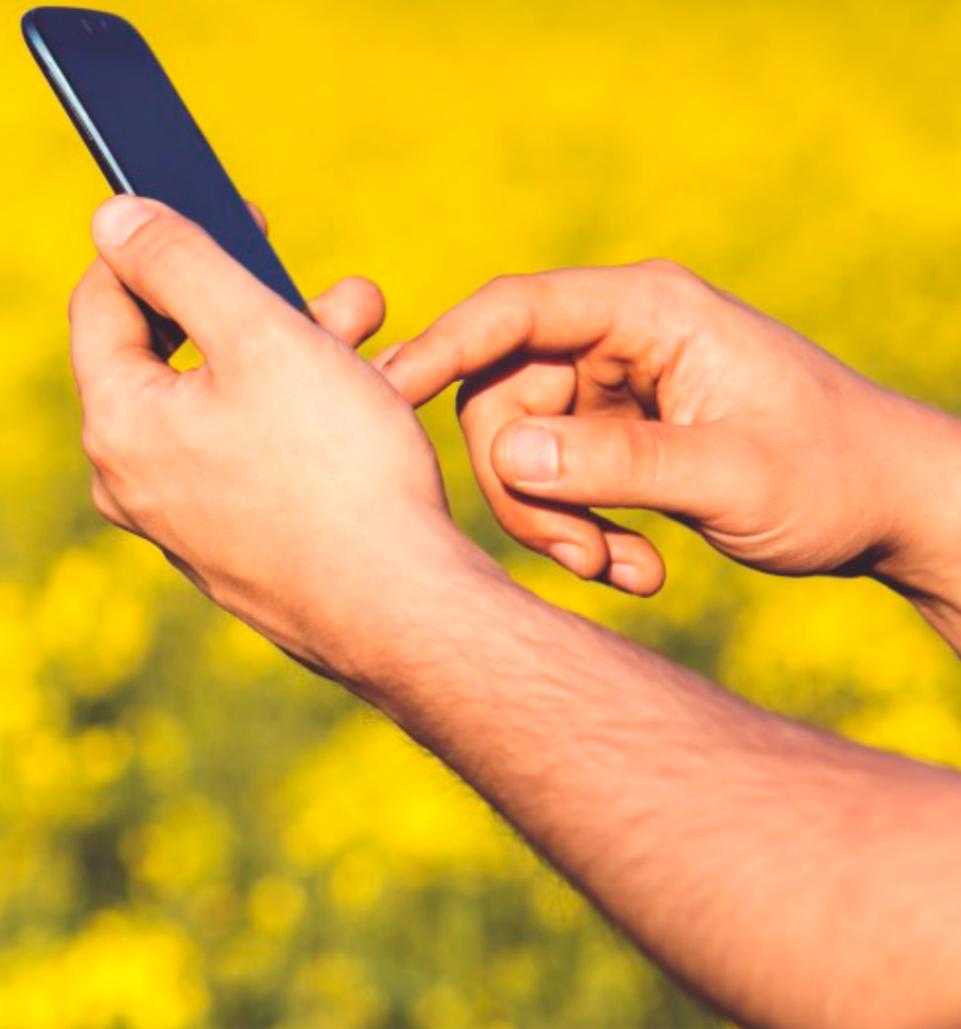
El Consejo Audiovisual de Andalucía señaló que "el tratamiento del caso Gabriel por parte de algunas

magazines matinales de Antena 3 y Telecinco. Todo ello, continúa la queja, a pesar de que desde el 2 de marzo las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado y el Ministerio del Interior habían descartado su implicación en los hechos".

Las organizaciones de representación y defensa de los periodistas en España también han solicitado respeto a la presunción de inocencia. Es decir, evitar la intromisión gratuita y las especulaciones innecesarias sobre sentimientos y circunstancias.

La Inteligencia Artificial tiene el objetivo de mejorar el rendimiento de los cultivos.

EC2CE, LA SEMILLA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA MEJORAR LA AGRICULTURA

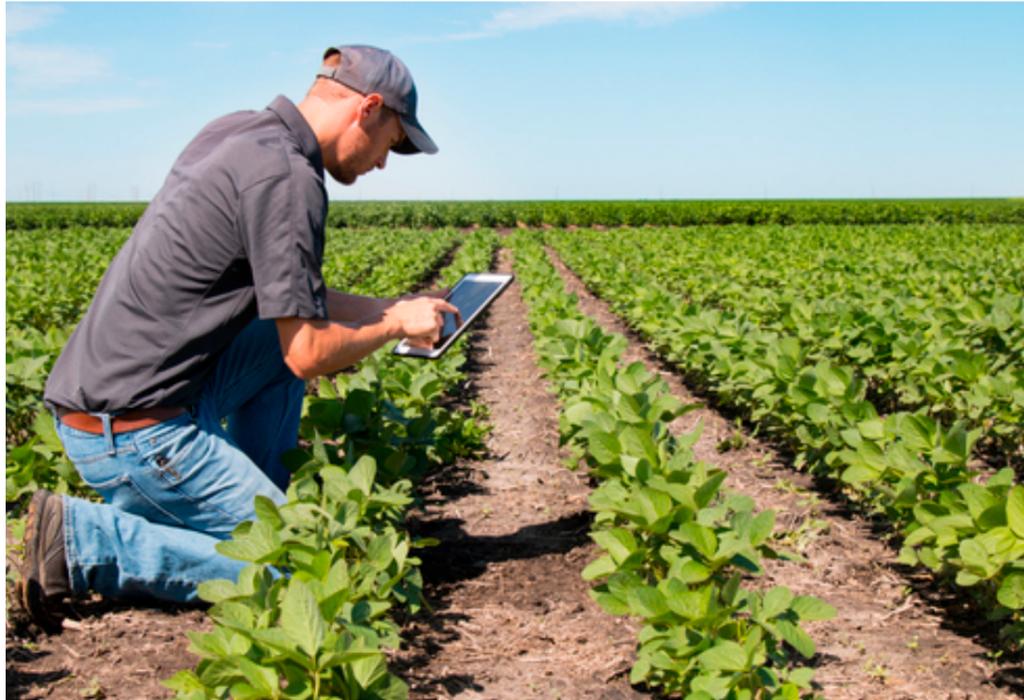


Aplicaciones informáticas y algoritmos forman parte de la inteligencia artificial (IA) que la empresa sevillana ec2ce se ha empeñado en plantar para que la agricultura resulte más rentable. No siembran ni aran el campo pero han patentado sistemas de decisiones basadas en millones de datos que aumentan las producciones agrarias, incrementan las ganancias del sector y permiten predecir plagas para combatirlas. Una apuesta por la tecnología llevada a un sector primario cada vez más ligado al 'big data'.

Fuente: María Ruíz
Asesoría científica: Ricardo Arjona

Modelos matemáticos, imágenes capturadas por satélites, algoritmos y mucha Inteligencia Artificial (IA) se han convertido en el abono perfecto para mejorar de manera sustancial el rendimiento de una cosecha. Esos beneficios a una plantación agrícola son parte de los servicios de la empresa sevillana ec2ce,

una firma que nació en Sevilla en 2015 y que ya se ha extendido a Latinoamérica. "Iniciamos la empresa con el conocimiento de la Inteligencia Artificial y convencidos de que sus potencialidades no se habían implementado aún en la agricultura, que la podía usar". Así recuerda el nacimiento de ec2ce el director de tecnología (del



El objetivo de la compañía es ayudar a tomar decisiones y adelantarse a los posibles problemas de cada cliente.

inglés chief technical officer o chief technology officer, abreviado como CTO) de la firma, Ricardo Arjona, y creador junto a Pedro Carrillo de esta empresa dedicada a la "agricultura de precisión".

Para abonar la agricultura con datos esta empresa sevillana ha desarrollado una plataforma de IA que facilita la toma de decisiones, una metodología patentada para predecir plagas, minimizar los posibles impactos de productos fitosanitarios, evitar contaminaciones e incrementar la rentabilidad de los clientes. En la plataforma integran algoritmos, imágenes, datos, reglas de asociación y las indicaciones de los peritos agrónomos de cada cliente para personalizar un producto con impacto real.

"Podemos ofrecer con nuestras metodologías la información para adelantarse a una plaga, planificar cuánto producto vamos a tener para poder ponerlo a la venta o buscar ahorros", apunta Arjona. Los dos socios de la empresa de IA aterrizaron en el mundo agrícola procedentes de sectores totalmente ajenos al sector, "pero eso no importa", puntualiza el CTO de ec2ce. "Lo importante son los datos. Datos de estadísticas públicas, datos del tiempo, de otras cosechas, de alertas, de la oferta y la demanda...", expone. Porque lo que hace la firma es ayudar a tomar decisiones y adelantarse a los posibles problemas de cada cliente.

Desde el nacimiento de la firma en 2014, ec2ce ha crecido como los cultivos de sus clientes y ahora cuenta con un equipo formado por una veintena de trabajadores, un equipo multidisciplinar formado por matemáticos, geógrafos e ingenieros que combina el uso de la tecnología avanzada, la apuesta por una planificación estratégica y la innovación para estar a la vanguardia de la IA aplicada a la agricultura. ec2ce ha sumado además nuevos campos y aplica sus sistemas al resto

de la cadena. "Ahora también tenemos clientes como compañías de seguros, empresas de venta de semillas, supermercados o compañías de commodities", añade.

ec2ce predice cuánto producto podrá venderse semanas antes de un pedido, conocer los beneficios en función del coste de suministros o vincular la oferta y la demanda.

La empresa ofrece a sus clientes mejorar el negocio con un sistema que apoya la toma de decisiones, aplicaciones parecidas al sistema de predicción de texto de cualquier teléfono móvil pero aplicado a los cultivos, su demanda, las posibilidades de almacenamiento y venta y un largo etcétera. "Ayudamos a mejorar la eficiencia y la capacidad de producción y a controlarlo todo por adelantado, desde los plaguicidas o las necesidades de alimentación del ganado a las plagas", apunta Arjona.

La incorporación a la aplicación de la IA a la agricultura incluye además el máquetin y la gestión de las ventas, ya que ec2ce predice cuánto producto podrá venderse semanas antes de un pedido, conocer los beneficios en función del coste de suministros o vincular la oferta y la

demanda. Además, ofrecen pronósticos de mercado para conocer tendencias, adelantarse a cambios y aplicar el valor de los millones de datos que manejan para obtener una mayor rentabilidad y controlar los riesgos.

Ampliar capital para seguir creciendo

La empresa sevillana cerró el año pasado su primera ronda de ampliación de capital, logró captar más de un millón de euros y sumar a profesionales de distintos campos para nutrir un plan de expansión con la mira puesta en las posibilidades comerciales de Estados Unidos. Se ha convertido desde entonces en uno de los principales exponentes de un sector, el que aplica la IA a campos como la agroindustria, que crecerá exponencialmente durante el próximo lustro.

Arjona explica que la firma mantiene su estrategia en España y Europa, donde ya está operando con empresas agrícolas y ganaderas, pero sin perder de vista otros acuerdos. Su tecnología se puede aplicar a cualquier cultivo, en campo o en invernadero, y ofrece predicciones de cítricos argentinos, calabacines almerienses o frutos rojos en Huelva con una plataforma que se sustenta en bases científicas y se adapta al cliente.

En ese camino de expansión ec2ce se ha aliado con la firma argentina b2b-agri para aplicar la inteligencia artificial a la producción de cítricos, frutas y cereales, entre otros productos, y para minimizar tanto los gastos como el desperdicio de producto. El objetivo vuelve a ser conocer con antelación la producción, gestionar la demanda y generar relaciones de datos que permitan predecir cómo actuar

Además, ec2ce ofrece servicios de predicción de cosecha para el sector

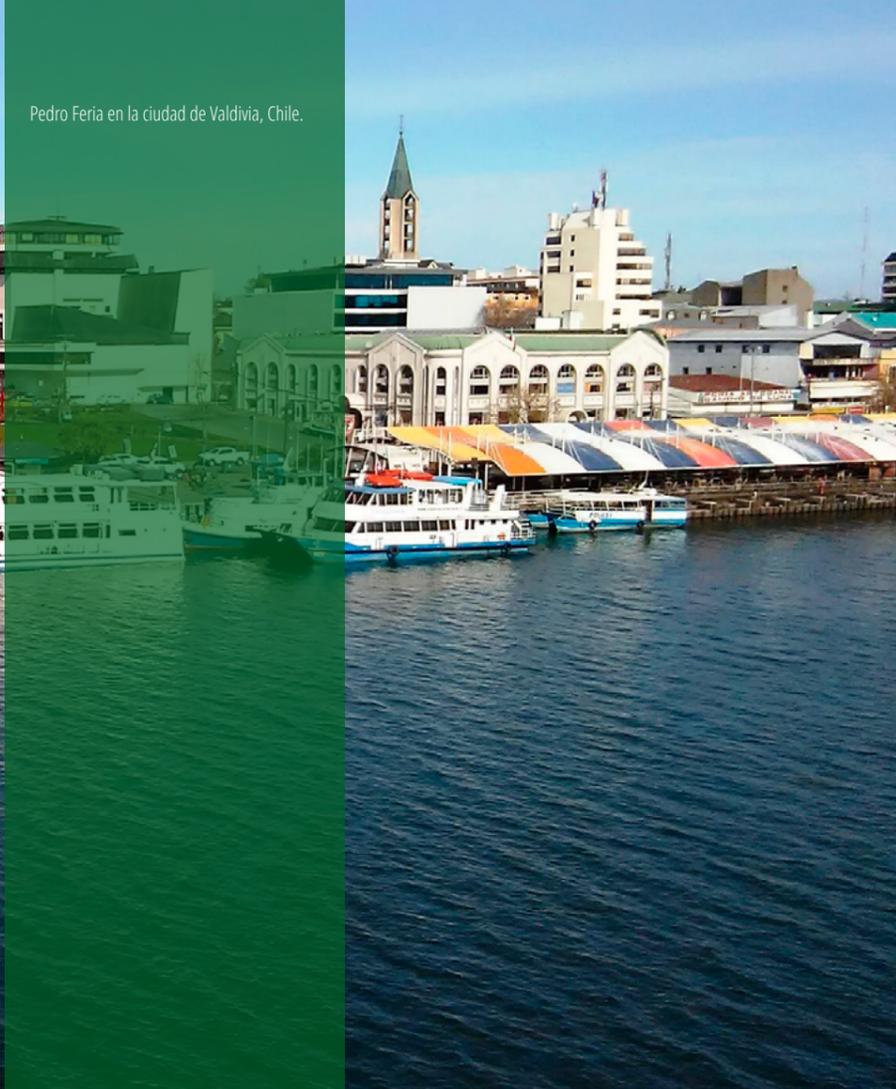
seguros y utiliza la IA para adelantarse al futuro. La empresa sevillana participa también en un proyecto europeo destinado a diseñar servicios climáticos para el olivar que busca comprobar si se pueden aplicar sus modelos predictivos en la toma de decisiones. La empresa ya ha sembrado en el campo andaluz la IA y sus posibilidades. Ahora toca recoger los frutos.

Ricardo Arjona, director de tecnología de la firma.





Pedro Fera en la ciudad de Valdivia, Chile.



“EL DESARROLLO DE LA SOCIEDAD CIVIL: BÁSICO PARA LA DEMOCRACIA”

Fuente: José Teodoro del Pozo
Asesoría científica: Pedro J. Fera

una provincia, Huelva, muchas veces abandonada, y ahora un poco más visible gracias a estos libros.

Entre sus publicaciones más relevantes destacan aquellas relacionadas con el papel de la sociedad civil durante la transición a la democracia en nuestro país, entre 1975 y 1982. Para ubicarnos: ¿qué entendemos por sociedad civil?

De los ciudadanos comunes y de los colectivos que estos forman para autocoordinarse, independientemente de los poderes públicos. Hablamos, principalmente, de las asociaciones cívicas, como son, por ejemplo, los grupos estudiantiles, los colectivos ecologistas, las asociaciones de mujeres o los clubs culturales. También sindicatos u otro tipo de organizaciones fuera del Estado y de los partidos políticos tradicionales.

¿Qué le llevó a desarrollar este tipo de investigaciones basadas en la historia social?

Si echas un vistazo a los libros de historia, observas como la historiografía de la transición a la democracia en España se centra, principalmente, en líderes políticos,

lo que se ha llamado la ‘Teoría de los pilotos del cambio’. Me interesó conocer el pasado más allá de esas figuras protagonistas y estudiar el comportamiento del conjunto de la población, las personas anónimas, siempre entre comillas.

¿Cuál fue el papel de la gente común ante aquellas figuras de la transición como Felipe González, Santiago Carrillo o Adolfo Suárez?

Tuvieron la capacidad suficiente para actuar de forma autónoma respecto a esta élite política. Según se nos había dicho, esos líderes, con sus negociaciones y pactos, fueron los que trajeron la democracia a España, mientras que la sociedad civil tuvo escaso protagonismo, delegando su voz y confiando en la labor de los partidos políticos, pero no fue así. Fue capaz movilizarse por sí misma hasta jugar un papel reseñable en este período tan importante en nuestro país.

¿Cómo influyeron los pactos en la transición?

Las movilizaciones promovidas por las asociaciones cívicas, que utilizaban métodos de presión tradiciona-

Comencemos por su faceta de escritor, en este caso, un escritor comprometido con la historia de su ciudad, Huelva, cuyo ayuntamiento le concedió el pasado mes de noviembre el XVII Premio Diego Díaz Hierro por su última obra: ‘Las cartas onubenses a “Radio España Independencia, Estación Pirenaica”; Crónicas de una Huelva oculta (1960-1969)’. ¿Qué intenta transmitir al lector a través de sus libros?

Éste es ya mi tercer libro dedicado a la historia de mi ciudad. En 2009 publiqué ‘Protagonistas del cambio político’, sobre el proceso local de transición a la democracia, y en 2017 ‘La represión económica en la Provincia de Huelva durante la Guerra Civil y la Posguerra’. En general, pretendo transmitir la realidad de

Pedro Jesús Fera Vázquez, Huelva, 1976, es doctor en Historia por la Universidad de Huelva. Durante siete años fue profesor de Historia Contemporánea en la Onubense, la misma entidad en la que finalizó su doctorado en el año 2013. Desde julio de 2017 reside en Chile, donde trabaja como docente e investigador en la Universidad Austral, ubicada en la ciudad de Valdivia, al sur del país. En esta institución desarrolla, entre otras tareas académicas, una investigación centrada en revelar el papel de la sociedad civil chilena en la derrota del régimen dictatorial de Pinochet a finales de los 80. Un estudio que, asevera, pone de manifiesto cómo el pueblo, ante situaciones de privación de libertad, al principio sometido y silenciado, siempre ha luchado para ser escuchado y para favorecer, en definitiva, el restablecimiento de la democracia.

les en estos casos -desde labores de concienciación como el reparto de octavillas y escritos de protesta hasta tácticas más agresivas como concentraciones, manifestaciones, encierros o huelgas- llegaron incluso a transformar políticas estatales.

Era su forma de alzar la voz...

Mediante sus movilizaciones, la sociedad civil hacía llegar su voz y constataba su agrado o desagrado con lo que estaba sucediendo en las mesas de negociaciones, imponiendo así límites o condiciones a los pactos de todos los líderes políticos. Estos no desconocían que a la hora de negociar su fuerza descansaba precisamente en sus apoyos populares, por lo que eran conscientes que debían satisfacer las demandas de quienes les votaban o podían arriesgarse a perder ese apoyo, e incluso a una fuerte contestación callejera.

Volvamos a su trabajo actual en la Universidad Austral, donde lleva más de cinco meses estudiando la transición a la democracia en Chile durante los años 80. Países y culturas distintas, pero resultados similares. ¿Por qué la sociedad civil juega un rol tan parecido en ambos territorios?

A pesar de las diferencias en el contexto histórico entre España y Latinoamérica, hay bastantes similitudes, efectivamente, respecto al papel de la población. Las diferentes asociaciones cívicas que se organizaron durante los respectivos procesos de transición buscaban responder a unas necesidades que tenía la sociedad civil y que el Estado, las dictaduras de entonces, eran incapaces satisfacer. Padeían problemas comunes como la pobreza, el desempleo, la desigualdad, la falta de infraestructuras básicas como luz, agua o alcantarillado o la



El investigador, en su despacho de la Universidad Austral, Chile.

Memorial conmemorativo de la violación de los DDHH en Chile durante el régimen de Pinochet.

carencia de hospitales y escuelas; y los distintos regímenes se habían desentendido de ellos. Entonces el pueblo se autocoordinó y trató de encontrar remedio a esas miserias.

¿Y qué le ha sorprendido más?

El *modus operandi* de las asociaciones, en ambos países, Chile y España, estaba basado en una organización totalmente asamblearia, democrática. Esto es muy importante ya que, al fin y al cabo, eran sociedades dictatoriales donde nunca se pedía la opinión de la ciudadanía; tampoco había cauces para esa protesta pacífica contra el sistema o para hacer llegar las

quejas al Estado, caracterizado por un gobierno corrupto e ineficaz que no escuchaba al pueblo.

Entonces, digamos, estas asociaciones fueron muchas veces una escuela de democracia.

Efectivamente. Allí los ciudadanos comenzaron a familiarizarse con los elementos propios de una democracia, esto es, el debate público, el intercambio pacífico de ideas, los mecanismos de negociación o los sistemas de votación.

Permítame girar hacia el papel que desempeñó la prensa, ¿cuál fue su rol en ambos periodos de transición?

En su mayor parte, la prensa estaba controlada por los distintos regímenes. La ‘convencional’ no prestaba atención ni a los problemas diarios de la gente común ni a sus movilizaciones. En consecuencia, las asociaciones comenzaron a editar sus propios boletines, hojas volantes, folletos, panfletos o periódicos; y siempre de una forma muy rudimentaria, en fotocopias o escritos a máquina, por ejemplo. El objetivo era que su voz llegara a toda la ciudadanía. Muy pronto fue apareciendo también una prensa crítica que, sorteando la censura y presiones -a veces brutales-, pudieron romper el monopolio informativo del Estado.

Su especialidad es la historiografía de una época, la transición, relativamente reciente, donde no podía recurrir a la prensa convencional -normalmente monopolizada por el Estado- y donde la ausencia de archivos es patente. ¿Cómo es posible documentarse para desarrollar un trabajo de investigación de este tipo?

Buena pregunta. A la hora de estudiar la historia de los movimientos sociales es difícil llegar a la

documentación primaria, ya que las asociaciones o no disponían de archivos o si los tenían muchas veces estaban perdidos o estropeados por deficiencias de almacenamiento; o incluso se tiraron para hacer sitio a más documentos. Posiblemente la fuente documental que más nos ayuda es la historia oral, es decir, las entrevistas.

La historia social contribuye, básicamente, a encontrar pautas, modelos de comportamiento que también nos ayuden a prever futuras conductas sociales.

¿En qué consisten?

Se trata de localizar testigos de la época y, mediante un guion previamente preparado, conocer sus vivencias, opiniones o puntos de vista de lo que sucedió. De esta manera, la combinación de la historia oral con la bibliografía y el material archivístico recuperado de la época permite estudiar los movimientos sociales.

Antes de concluir, ¿por qué es relevante promover estudios científicos de estas características?

La historia social contribuye, básicamente, a encontrar pautas, modelos de comportamiento que también nos ayuden a prever futuras conductas sociales aplicables a las sociedades humanas de cualquier país. Además, es un área que estudia numerosas facetas de ellas: economía, pensamiento, sociedad, cultura... variables que influyen de manera considerable en el devenir histórico, y que por ello merecen atención.

¿QUÉ SON LOS TEST GENÉTICOS?

Nutrigenética, farmacogenética, epigenética... Cada vez son más las disciplinas que incorporan la genética o el estudio de los genes a su campo. Facultativos e investigadores trabajan en el estudio de las múltiples aplicaciones, presentes y futuras, de la genética. Cada vez es más frecuente oír hablar de los test genéticos, pero ¿qué son y qué papel juegan en la llamada “medicina personalizada”? El científico José Antonio Lorente Acosta, director del GENYO (Centro Pfizer–Universidad de Granada–Junta de Andalucía de Genómica y Oncología) y experto de reconocido prestigio en este ámbito, explica a iDescubre en qué consiste este tipo de test y la valiosa información que se obtiene de ellos.

Fuente: Luz Rodríguez

Asesoría científica: Cristina Dávila,
Jonatan Ruiz y José Antonio Lorente

Facultativos e investigadores trabajan en el estudio de las múltiples aplicaciones de la genética.





Cada vez son más frecuentes los estudios en el campo del rendimiento deportivo en los que los test genéticos están cobrando cada vez más protagonismo.

Un test genético, de modo muy general, consiste en el análisis del ADN de una persona con objeto de determinar una serie de características relacionadas -normalmente- con su salud, su enfermedad, sus orígenes o sus vínculos familiares. Este tipo de test se hace en dos contextos totalmente diferentes. Uno, el más importante, es cuando lo solicita un profesional médico con objeto de establecer el diagnóstico de una enfermedad o de ver la predisposición o no a la misma, o incluso de valorar y adaptar de modo personalizado el tratamiento. La otra posibilidad es de "motu proprio", o sea, que una persona esté interesada en saber algo sobre su salud, sus orígenes étnico-geográficos, vínculos familiares, etc.

"Este tipo de test aporta siempre mucha información -explica José Antonio Lorente Acosta, director del GENYO (Centro Pfizer -Universidad de Granada- Junta de Andalucía de Genómica y Oncología)- la mayoría de las veces es de interés médico; ahora bien, esta información no siempre es clínicamente útil porque puede que no sea novedosa (es decir, puede simplemente confirmar algo que ya se sabía por otro medio), o puede que con las limitaciones actuales de la ciencia no se puedan interpretar todos los resultados de modo adecuado. De ahí

la importancia de hacerlo con un control profesional". La información que se obtiene, en el contexto médico, se almacena en la historia clínica del paciente con un alto nivel de protección al ser especialmente sensible.

Pero, ¿qué papel juegan en el campo de la prevención y tratamientos de enfermedades? "Cada vez es mayor el valor de las pruebas genéticas para predecir, prevenir adecuadamente y realizar tratamientos lo más exactos y personalizados posibles, basados en las características genéticas de cada persona. Nadie duda de la importancia de los datos genéticos del BRCA1 y BRCA2 (genes capaces de producir proteínas supresoras de cáncer) en el cáncer de mama, y todo este mundo de la genética conforma una de las bases de la llamada medicina personalizada o medicina de precisión", responde el investigador.

Para este experto en genética, las aplicaciones en el contexto clínico (medicina, salud, enfermedad, tratamiento) de los test genéticos es sin duda alguna el más importante. Y añade, "en la medicina forense también es muy importante en el ámbito -sobre todo por su frecuencia- de la paternidad, pero en general de la identificación de personas desaparecidas. Finalmente hay una aplicación muy importante para la resolución de delitos

graves como homicidios o agresiones sexuales, donde el ADN y la genética juegan un papel clave e insustituible".

Este tipo de pruebas médicas deben ser solicitadas por el médico o por personal sanitario formado con el fin de que sepan luego interpretarlas adecuadamente en el contexto del paciente y sus datos clínicos o de antecedentes familiares. Pero también pueden hacerse libremente, comprando en internet o contactando con empresas especializadas. Las de tipo forense (paternidad, sobre todo) suelen hacerse voluntariamente por las partes interesadas o a través de las autoridades judiciales.

El mercado de los test genéticos

Cada vez son más asequibles en precio, pero José Antonio Lorente destaca que lo importante es que tengan mucha calidad y estén interpretadas por profesionales, "un lego no debería tomar decisiones basadas en un análisis genético sin la ayuda de un experto, y menos en temas médicos". Y continúa en este mismo sentido, "la calidad es la clave y no siempre el precio es lo más importante. Empresas certificadas, que garanticen confidencialidad y que sean capaces de coordinar con los médicos u otros profesionales sanitarios implicados, como puedan ser los

farmacéuticos. Yo buscaría criterios de calidad a través del canal farmacéutico que en nuestro país se ha mostrado sólido y eficiente, con garantías".

Hay que tener en cuenta algunas consideraciones a la hora de interpretar los resultados obtenidos en los test, "nunca deben interpretarse sin el profesional que sepa correlacionarlos con el conjunto de datos médicos o de salud de una persona. Los datos genéticos -sueños-, independientes, pueden llegar a no significar nada o casi nada".

Pero, ¿hacia dónde va encaminado el uso de esta técnica? Para Lorente Acosta esta tecnología se usa y se usará cada vez más y será para bien de las personas si se hace de modo adecuado. Y este es uno de los factores más importante a tener en cuenta, el uso que se haga de la información genética que se obtiene con este tipo de test, "temo el desarrollo de campañas comerciales que nos llenen de resultados de calidad, pero de bajo interés clínico y de nula aplicabilidad, y temo mucho el que en el futuro los datos genéticos de millones de personas de todo el mundo estén descontrolados y vendiéndose al mejor postor", resalta con preocupación y destaca la necesidad de que todo esto esté coordinado por profesionales y en el ámbito legal y social adecuado.

La tecnología genética, bien empleada, ayuda a las personas.



TEST GENÉTICOS, DE LA EFECTIVIDAD DE LOS MEDICAMENTOS A LA MEJORA DEL RENDIMIENTO DEPORTIVO.

La farmacogenética ya es una realidad. En los últimos años diversos ensayos clínicos aleatorizados están demostrando que hacer pruebas genéticas consigue mejorar la eficacia y reducir la toxicidad de algunos medicamentos. La Agencia Europea del Medicamento ya cuenta con un porcentaje bastante elevado de medicamentos en los que se recomienda hacer determinaciones genéticas. Y no sólo en este ámbito. También se están realizando estudios en el campo del rendimiento deportivo donde los test genéticos están cobrando cada vez más protagonismo.

En el primer caso, en el de la farmacogenética, la **Unidad de Farmacia del Hospital Universitario San Cecilio-Campus de la Salud** de Granada participa, desde enero de 2016, en un proyecto internacional para estudiar el uso de la medicina personalizada en el consumo de fármacos. "Nuestro objetivo en este estudio" explica Cristina Dávila, facultativa especialista en Farmacia Hospitalaria del Hospital Universitario San Cecilio-Campus de la Salud de Granada- es implementar test genéticos que incluyen un panel completo de hasta cincuenta marcadores que determinan la respuesta a más de cuarenta medicamentos. Lo que queremos es observar si conseguimos disminuir el número de reacciones adversas a

los medicamentos si comparamos a la rama intervenida con respecto a la no intervenida".

El proyecto se inició a principios de 2016 y se empezó la parte de implementación (reclutamiento de pacientes) a finales de mayo de 2017. El coordinador europeo de este proyecto es el Departamento de Farmacia hospitalaria del **Hospital Universitario de Leiden (Holanda)**. "En total somos siete hospitales reclutando pacientes en toda Europa durante tres años. Nosotros somos los únicos de España", indica la facultativa del hospital San Cecilio-Campus de la Salud. Los demás países participantes son Austria, Reino Unido, Italia, Eslovenia y Grecia. En total, se tienen que incluir 8.000 pacientes. En España se han reclutado ya casi 450 de los 1.050 que tienen asignados en el estudio.

En el ensayo se incluyen pacientes a los que se les vaya a prescribir por primera vez uno o varios de los medicamentos incluidos en el estudio, fármacos muy utilizados en la práctica clínica como los antiarrítmicos, analgésicos, opiáceos, codeína, anticoagulantes, antidepresivos, antiepilépticos o para el colesterol, entre otros.

La información que se obtiene con el test genético es la relativa a la ruta metabólica del medicamento. "Nosotros podemos saber si un

paciente metaboliza bien o no un medicamento porque vemos si esa ruta está bien o es defectuosa. Eso es información que extraemos del test y la traducimos en recomendaciones de dosis o cambios de fármacos".

Cristina Dávila: "El objetivo del proyecto es observar si conseguimos disminuir el número de reacciones adversas a los medicamentos si comparamos a la rama intervenida con respecto a la no intervenida".

"Se trata de farmacogenética o medicina personalizada", indica la experta. Y añade, "estudiamos la ruta metabólica del paciente. Existen evidencias de que los medicamentos se metabolizan por distintas vías. Si nosotros vemos que un paciente a las dosis normales no puede eliminar bien un fármaco porque una ruta metabólica no funciona adecuadamente, podemos decidir reducir la dosis o cambiar el medicamento por otro del mismo grupo terapéutico pero que tenga otro principio activo y así evitar reacciones adversas al medicamento. Esta información se incluye en la historia médica del paciente para que la puedan conocer tanto los profesionales del hospital como los de atención primaria".

"Miramos la eficacia -resalta la facultativa-. Ver que, efectivamente, los pacientes que han sido tratados con medicamentos guiados por test genéticos y sus médicos han seguido la recomendación, presentan menor número de reacciones adversas que aquellos pacientes que no han sido informados de estas recomendaciones y el facultativo le ha suministrado el medicamento siguiendo la práctica clínica normal".

Los pacientes que participan en este estudio tienen que cumplir una serie de criterios de inclusión como son ser mayor de edad, empezar a tomar un medicamento de los incluidos en el estudio por primera vez o por lo menos llevar un año sin tomarlo, dar su consentimiento y responder a las preguntas que se le hacen durante los dieciocho meses que dura el seguimiento.

"Este proyecto lleva asociado un estudio farmacoeconómico para poder demostrar que, efectivamente, todo lo que estamos haciendo es económicamente rentable, como que el coste de hacer las determinaciones genéticas es bajo y se consiguen mejores resultados en salud. Si conseguimos disminuir los ingresos hospitalarios y la morbilidad que provoca las reacciones adversas a un medicamento Si todo esto lo tenemos en cuenta, habremos demostrado que el test genético es efectivo y eficiente", destaca la doctora Dávila.

En un futuro el test genético formará parte de la práctica clínica habitual, aunque en opinión de la experta, "se necesita que los profesionales vayan mejorando sus conocimientos acerca de este campo y que los profesionales que nos dedicamos a

esto demos mejor difusión. Creo que poco a poco se irá implementando su uso".

La genética del deporte

¿Qué papel juegan los genes en el rendimiento deportivo? Para Jonatan Ruiz, investigador de la **Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad de Granada**, considerado el mejor científico español en el ámbito de las Ciencias del Deporte, según el ranking **Webometrics 2018** publicado por el **Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)**, la respuesta está clara, "la ciencia ha puesto de manifiesto que la genética en el rendimiento deportivo no es determinante. Hay casos de deportistas de élite que han ganado medallas olímpicas y mundiales sin estar genéticamente muy dotados".

Para el investigador granadino, hay que tener en cuenta factores como "lo que uno entrena, lo que come, el ambiente que le rodea, estar en el momento adecuado y el sitio correcto, etc." Y añade, "la genética influye, pero desde mi experiencia, por los datos científicos con los que he trabajado, la influencia es bastante relativa" Y quiere destacar el hecho de que "en España hay casos de atletas que no están genéticamente dotados y que han conseguido medallas olímpicas, por ejemplo, en salto de altura. No tienen ese determinante genético asociado a la potencia. Por lo tanto, ¿la genética es determinante? No, no lo es".

El test genético en el ámbito del rendimiento deportivo, la información que aporta es si la persona tiene un poliformismo, un gen, que puede estar asociado a una mayor posibilidad de

Grupo de investigación responsable del estudio sobre los test genéticos y los medicamentos en el Hospital Ciencias



ser atleta de resistencia, fuerza o potencia. Aunque en el deporte todo es muy relativo porque hay disciplinas como el fútbol o la natación donde no hay una separación clara, se mezclan la potencia y la resistencia.

El investigador se muestra bastante crítico con el mercado, creciente, de la venta de test genéticos asociados al ámbito deportivo: "cuando se venden test genéticos de dos o tres genes asociados, por ejemplo, a ser maratoniano o ciclista, se está vendiendo humo porque con ese número tan escaso de genes no podemos determinar nada. Puede haber muchísimos genes que estén relacionados con el rendimiento deportivo, pero no se han descubierto todavía". Y añade con contundencia, "a un niño o una niña no le podemos clasificar si va a rendir mejor en un tipo de deporte o en otro simplemente por un test genético que tiene cinco

o seis genes. No se puede hacer eso. Tenemos que potenciarle que haga ejercicio, que trabaje las habilidades motrices básicas correspondientes a su edad, la coordinación, que practique diferentes deportes y a medida que vaya creciendo ya se verá en lo que va despuntando. Lo que hay es un negocio y el padre o la madre que compra este tipo de producto debe saberlo".

E insiste, "decirle a una persona, no te dediques a esto porque tu genética dice que no sirves, pienso que es un error. Igual que creo que hay gente genéticamente dotada para ser un superatleta, por ejemplo, en maratón, pero nunca va a llegar a serlo porque o bien no se ha interesado o el ambiente y las circunstancias le son desfavorables".

En el deporte lo que más se ha investigado es en las disciplinas de resistencia (ciclismo, maratón)

y potencia (salto de longitud, de altura, sprint, etc.) con el fin de distinguir muy bien que genotipo está asociado a un fenotipo (conjunto de caracteres visibles que un individuo presenta como resultado de la interacción entre su genotipo y el medio) o a otro.

Otro campo de investigación que se ha abierto en los últimos años es el del dopaje genético, por el cual se altera la composición genética de un individuo para ser más fuerte, resistente o más rápido. "Se están haciendo estudios pero todavía no sabemos mucho de esto porque no salen a la luz y puede ser peligroso si no se usa adecuadamente", comenta Jonatan Ruiz.

En cuanto al futuro, el experto destaca "que la tecnología nos ayudará a estudiar muchos más genes para poder entender mejor el perfil genético de una persona y tener más información".

Jonatan Ruiz, investigador de Ciencias del Deporte y del grupo responsable del estudio sobre los test genéticos y los medicamentos en el Hospital Ciencias de la Salud de Granada.



EN EL PRÓXIMO NÚMERO...



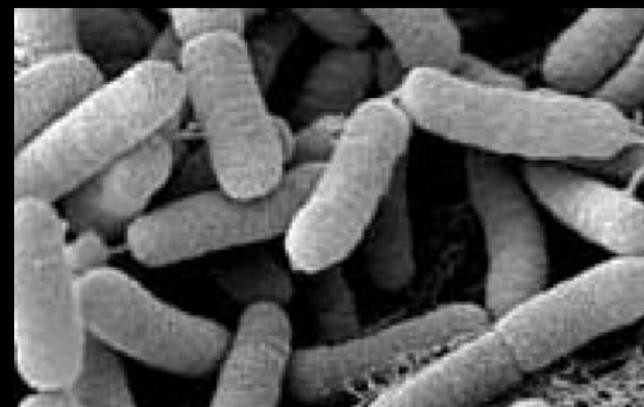
Huracán.

Mirador: Meteorología, la primera ciencia divulgada y ciudadana



Juan Antonio Romero.

Perfil: Juan Antonio Romero, director del Acuario de Sevilla



Xylella Fastidiosa.

Respuestas: Cómo actúa la 'Xylella Fastidiosa' en el olivo y cómo combatirla

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

José Teodoro del Pozo

Luz Rodríguez

María Ruiz

José María Montero

Antonio Manfredi

Susana Vallejo

Roberto García

HAN COLABORADO...

Teresa Cruz

Miguel Carrasco

José María Montero

Jonatan Ruiz

Cristina Dávila

José Antonio Lorente

Pedro Feria

Ricardo Arjona

Luis Hernández

Aníbal Ollero

Erika López

Isabel López

Federico Mayor Zaragoza

Francisco Bruno Navarro

Nicolás Olea

Miguel Ferrer

Alejandro Rodríguez

María Teresa Domínguez

Teodoro Marañón

Francisco José Martín

DISEÑO

Daniel López Martínez

Revista iDescubre

<https://idescubre.fundaciondescubre.es>

ISSN 2444-6920

REVISTA FUNDADA EN 2015

Edita:



ENCONTRARÁS EN DESCUBRE

