



MÚSCULO Y CEREBRO PARA LAS CIUDADES

La ciencia sale a las calles

Quando envejecer se convierte en un privilegio

Sicnova: Vanguardia jiennense en impresión 3D

Ciencia, cámara y acción

MIRADOR



06
Músculo y cerebro para las ciudades

DIÁLOGOS



13
SIERRA ¿NEVADA?
El impacto del cambio climático en la alta montaña andaluza

PERFILES



22
Anna Freixas Farré
Cuando envejecer se convierte en un privilegio

LETRAS



26
El Califa en Calar Alto

CONCIENCIAS



29
La ciencia sale a las calles



REVISTA IDESQBRE

EDITORIAL

La Ciencia aporta evidencias, y también revela no pocas incertidumbres, a determinados debates en los que, en torno a una actividad o actividades muy concretas, se dirime, en realidad, algo tan difuso, y al mismo tiempo tan trascendente, como es nuestro modelo de desarrollo.

Cuando planteamos un diálogo sobre el futuro de la nieve en la alta montaña andaluza estamos recurriendo a un ejemplo muy llamativo, muy evidente, a propósito del efecto del cambio climático en nuestra región, aunque de lo que terminamos hablando, porque es el núcleo de ese debate, es de la complejísima trama de conocimientos y valores que hay que tejer para enfrentarse a una amenaza que ya está modificando el escenario en el que vivimos. Un tejido tan estimulante como el que está soportando el nacimiento de las smart cities (otro de los temas centrales de este número de nuestra revista), ciudades en donde, por cierto, se busca la máxima eficiencia energética y el mínimo impacto ambiental.

Las incertidumbres, esas de las que se alimenta la actividad científica y que con tanta intensidad se manifiestan en este tipo de problemas ambientales de ámbito global, no deben ser un factor limitante sino un acicate, un estímulo para la acción, porque quizá la única variable indiscutible, la única certeza que, además, juega en nuestra contra, en contra de la especie humana, es el tiempo.

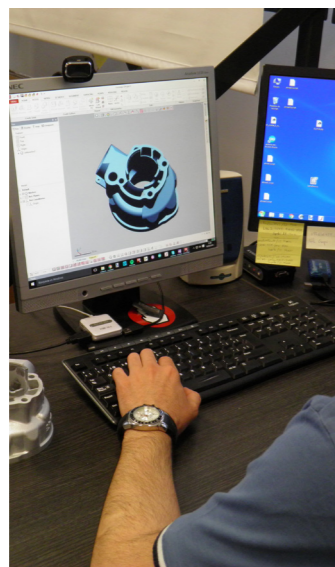
En iDescubre la Ciencia es con frecuencia el puente que nos invita a reflexionar sobre los cambios de paradigma, sobre las pequeñas, o grandes, revoluciones que nos obligan a cambiar de mentalidad, de actitud, de sistemas de conocimiento, de valores... El popular divulgador Neil DeGrasse Tyson lo resume en una sola frase: "La ciencia es una forma de evitar engañarnos a nosotros mismos, y de evitar engañar a los demás".

CIENCIA&COMPAÑÍA



36
Ciencia, cámara y acción

NACIENCIA



44
Sicnova: Vanguardia jiennense en impresión 3D

SIN FRONTERAS



49
Ignacio Navas Enamorado
"Envejecer de forma saludable debe ser nuestra meta"

¿@?RESPUESTAS



54
¿Qué son los almacenes subterráneos de gas?



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.

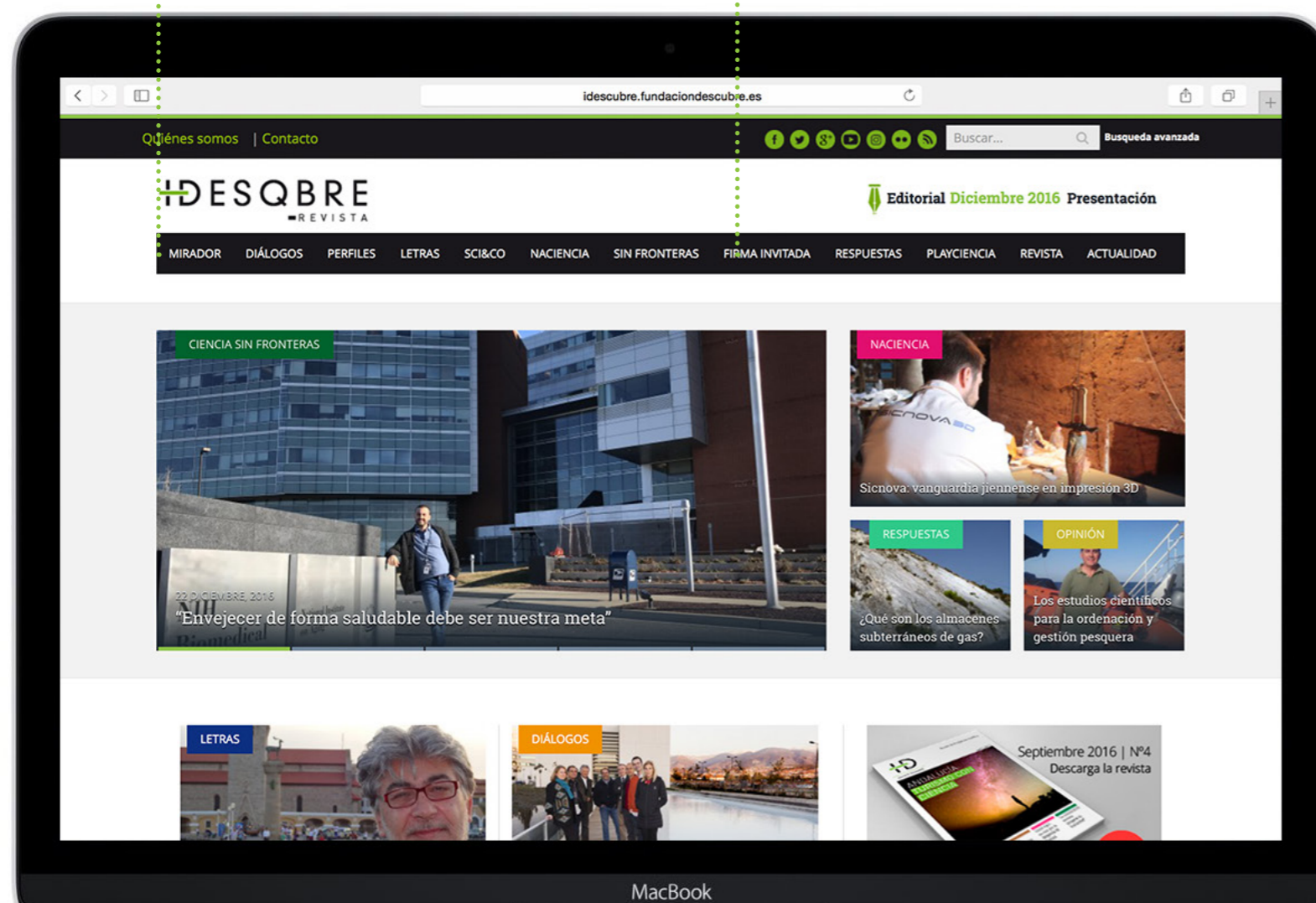


Imagen de la página web iDescubre.

MÚSCULO Y CEREBRO PARA LAS CIUDADES



Nuevo modelo de urbes denominadas 'Ciudades Inteligentes'.

Imagine que su dispositivo móvil -Smartphone o Tablet- puede avisarle dónde existe un sitio libre para aparcar o, por qué no, del camino más propicio para evitar un atasco. Piense, por un momento, en un alumbrado público capaz de adaptar la intensidad de la luz según el clima. Vislúmbrese a sí mismo durante sus próximas vacaciones, en un nuevo destino turístico donde toda la información esté a tan solo un clic, pues ése será el tiempo necesario para conocer, por ejemplo, la procedencia exacta de los productos en un mercado o las recetas de un restaurante detalladas, incluso, por el propio chef. Conozca que, desde hace menos de un lustro, en España, y en Andalucía, de la mano del clúster 'Andalucía Smart City', la imaginación ha dejado paso a la realidad: nacen las denominadas ciudades inteligentes.

En Andalucía, estas ciudades inteligentes, destinadas a mejorar la vida de sus habitantes, emprenden su andadura en el año 2013, cuando 'Andalucía Smart City', clúster que aglutina empresas privadas y públicas, comienza el diseño e impulso de este tipo de urbes. No obstante, se trata de un concepto aún incipiente en España, es decir, no existe, hoy día, una definición concreta, pero sí un conjunto de características comunes en las que coinciden la mayoría de los expertos: "Se trata de utilizar las nuevas tecnologías como vehículo para renovar la economía, la sociedad, el medio ambiente o el bienestar de las ciudades y facilitar el cambio hacia un comportamiento más sostenible entre todos los actores: personas, empresas y administración", afirma Diego Gil, subdirector del clúster

Eche la vista atrás: la sociedad de hoy día ya no es la de antes. La población ha cambiado, es cada vez más urbana y necesita, por tanto, un lugar mejor adaptado a sus necesidades. Un lugar, en definitiva, capaz de interactuar con ella de forma que ésta mejore su

vida cotidiana, por ejemplo, aumente su seguridad vial, evite los tediosos atascos o reciba asistencia sanitaria de forma telemática. Con este propósito surge el clúster 'Andalucía Smart City', que trabaja en el desarrollo e impulso de un nuevo modelo de urbes,

denominadas 'Ciudades Inteligentes', que garantizan este tipo de mejoras desde el punto de vista de la sostenibilidad ambiental, la gestión eficiente de los recursos y la confortabilidad de todos sus habitantes.

Fuente: José Teodoro del Pozo | Asesoría científica: Mariano Barroso, Diego Gil, Susana Finquelievich y Manuel Calvo.

'Andalucía Smart City'. Y añade: "También genera nuevos modelos de negocio, constituyendo así una excelente plataforma para la creación de empleo e innovación en el propio entorno".

Precisamente, el uso de este tipo de tecnología aumenta el conocimiento y la comprensión de las ciudades por parte de la población, de modo que existe un perfeccionamiento de los servicios que prestan. "Se trata de un espacio que permite tomar decisiones más acertadas y proporcionar tanto la información como los servicios adecuados a sus habitantes", concreta Gil. De hecho, insiste, el ciudadano es la brújula sobre la que gravitan estas nuevas urbes: "Tenemos que comprobar cómo percibe la tecnología, si se siente o no partícipe de ella y si ésta mejora realmente su vida".

Beneficios basados en el conocimiento

El conocimiento ocupa un lugar principal en el desarrollo de ciudades inteligentes. En concreto, el clúster 'Andalucía Smart City' se apoya tanto en los departamentos de innovación de las empresas como

en los diferentes municipios y universidades andaluzas –Málaga, Sevilla, Córdoba y Cádiz- para crear grupos de expertos, es decir, nichos donde los especialistas trabajan en el desarrollo de diversas iniciativas. "Aunamos entidades de múltiples sectores como energía, medio ambiente, salud, educación, seguridad pública, infraestructuras, turismo, tecnologías de la información y de la comunicación y movilidad urbana", expone el subdirector del clúster.

A guisa de ejemplo, Diego Gil destaca, entre otros, los esfuerzos destinados a la movilidad urbana y seguridad vial, donde empresas como 'Bosch Security España' trabaja para mejorar la gestión del tráfico, los medios de transporte públicos, los aparcamientos e incluso los peajes. "En los próximos años viviremos el auge de los vehículos eléctricos o el rol como 'consejero' de nuestro Smartphone, que nos aportará soluciones de desplazamiento: qué autobús o combinación escoger para llegar lo antes posible al destino", manifiesta el especialista.

Igualmente, el grupo de expertos encabezado por el Instituto Andaluz de Tecnología lidera el trabajo

encaminado a la sostenibilidad y eficiencia energética, otra área destacada en el clúster 'Andalucía Smart City'. "Hablamos de una gestión sostenible de los recursos, por ejemplo la recogida y tratamiento de residuos urbanos de forma que se puedan convertir en biocombustible para autobuses; o el telecontrol de la luminaria, reduciendo el consumo de luz, encendiéndose ésta de forma automática mediante sensores que detectan el movimiento de un peatón".

Andalucía respecto a Europa

Andalucía camina paralelamente respecto a Europa, situándose, según los especialistas, como referente en el sector. De este modo, 'Andalucía Smart City' participa,

con Barcelona, en el proyecto de la Comisión Europea 'World Cities' junto a más países europeos –Dinamarca, Francia, Alemania, Irlanda, Italia y Reino Unido- y otros como Japón, China, Canadá y la India. "El objetivo es el desarrollo de herramientas y soluciones conjuntas para problemas similares mediante el intercambio de información y buenas prácticas", recalca el presidente del clúster, Mariano Barroso.

De esta manera, 'Andalucía Smart City' cuenta, hoy día, con más de 175 entidades asociadas al clúster –entre ellas la Fundación Descubre- y perspectivas, subraya Barroso, de crecimiento tanto a nivel nacional como internacional, sin perder de vista el objetivo de mejorar las ciudades y municipios de Andalucía: "Somos

GRUPOS DE TRABAJO DE 'ANDALUCÍA SMART CITY'

'Andalucía Smart City' cuenta hoy día con 170 entidades asociadas al clúster y, según la información recogida en su web, nueve grupos de trabajo donde los expertos analizan la problemática actual en Andalucía y lideran acciones en diferentes sentidos:

- **Movilidad y seguridad vial:** se trata de un grupo liderado por la empresa 'Bosch Security España' y se centra en el desarrollo de tecnologías y soluciones para la gestión del tráfico urbano, transporte multimodal –destinado al traslado de mercancías

de un país a otro con la utilización de más de un medio de transporte como la carretera, el ferrocarril, o el barco, por ejemplo-, logística y seguridad vial.

- **Energía:** encabezado por 'Endesa', desarrolla su actividad en torno a la generación, distribución, consumo y ahorro de energía en las ciudades.

- **Medio ambiente:** el Instituto Andaluz de Tecnología, IAT, trabaja para reducir el impacto de las ciudades en el entorno, las emisiones de gases contaminantes y la gestión tanto del agua como de los residuos.

- **Human Smart City:** 'Albert Legiho Consultores' tiene como principal objetivo la presencia de las personas, es decir, los ciudadanos, en el centro de las actuaciones de las ciudades

inteligentes mediante la inclusión, participación e información como herramientas principales.

- **E-Health y envejecimiento activo:** el Instituto de Investigación Biomédica de Málaga, Ibima, trata de encontrar reformas y soluciones centradas en mejorar tanto la salud como el proceso de un envejecimiento activo de la población.

- **Compra pública innovadora:** El IAT trabaja en el uso de esta herramienta de contratación pública para el desarrollo de proyectos de ciudades inteligentes.

- **Turismo y destinos inteligentes:** el departamento de Informática de 'El Corte Inglés' lidera un grupo de trabajo destinado a la utilización de diferentes tipos de tecnologías para la mejora de la oferta turística, desde la configuración de la misma hasta la interacción con el propio visitante.

- **Normalización:** este grupo liderado por la empresa 'AT4 Wireless' se centra en la certificación de las soluciones de ciudades inteligentes en relación a los estándares de hoy día.

- **Big data:** el Centro Andaluz de Innovación y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, CITIC, tiene como principal objetivo la prueba de soluciones basadas en big data para las ciudades inteligentes.



Diego Gil.

muy optimistas, ya que la internacionalización permitirá que nuestras empresas también puedan trasladar el conocimiento y la innovación andaluzas a Europa y el mundo”.

El punto de partida

La idea de poner las ciudades al servicio –siempre sostenible- de sus habitantes tiene sus orígenes en el año 1994, cuando la Organización de las Naciones Unidas –ONU- declara el 8 de noviembre Día Mundial del Urbanismo. Para su impulsor, Carlos María de la Paolera, primer catedrático de Urbanismo en Argentina, esta iniciativa surge ante la necesidad de integrar la vida natural representada por el Sol, el aire y la vegetación en las moles inertes de la edificación de aquella época, de forma que existiera un balance entre la naturaleza y unas urbes cada vez más extendidas. En julio de 2007, según la ONU, la población urbana supera, por primera vez, a la rural. Hoy día, los mismos especialistas apuntan que para 2050, casi el 70% de la sociedad mundial será urbana y muchas ciudades albergarán más de diez millones de habitantes. De este modo, a partir del siglo XXI, las ciudades presentan cada vez una mayor influencia en el desarrollo económico y social de los países, ya que se convierten en plataformas donde las personas habitan en multitud, las empresas conviven unas con otras y donde se prestan, además, numerosos servicios. Todo ello acompañado de un, reconocido por los expertos, inevitable impacto ambiental. “Actualmente, las áreas urbanas consumen el 75% de los recursos y la energía del mundo y generan el 80% de los gases de efecto invernadero”, afirman los especialistas desde la ONU.

Este nuevo escenario supone, según los citados expertos, diversos cambios tanto en el desarrollo como en la planificación de las infraestructuras dentro de las zonas urbanas. Y es precisamente en este contexto, aseguran, donde el uso de las tecnologías de la información y la comunicación adquiere un papel protagonista a la hora mejorar la sostenibilidad medioambiental, la gestión eficiente de los recursos y la confortabilidad de los ciudadanos mediante la creación de las mencionadas ciudades inteligentes.



Ciudades Inteligentes.



Mariano Barroso.

NACE ‘ANDALUCÍA SMART CITY’

‘Andalucía Smart City’ tiene sus inicios en el año 2013, cuando comienzan a sentarse las bases de un proyecto que irrumpe como una respuesta social, económica y sostenible a las necesidades de la región. “Los primeros pasos fueron en Málaga, gracias a **Endesa** y su proyecto ‘smart grids’, que combina en un piloto la gestión inteligente de la red eléctrica, desde su generación con energía renovable hasta la distribución monitorizada en el consumidor final”, afirma el subdirector del clúster, Diego Gil. A este proyecto le siguieron, de forma destacada, dos más también en Málaga e igualmente por parte de Endesa: ‘Zem2All’, de movilidad mediante vehículos eléctrico, junto a socios como NEDO –‘New Energy and Industrial Technology Development Organization’, entidad japonesa para

el desarrollo de nuevas tecnologías en el campo de la energía-, el **Ayuntamiento de Málaga**, el **Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial, Telefónica, Mitsubishi** o **Ayesa**, entre otros; y el proyecto ‘Victoria’, que investiga la recarga por inducción de vehículos eléctricos sin precisar su estacionamiento.

Esta alianza, orientada a unir grandes y pequeñas empresas así como entidades públicas –pertenecientes a la Junta de Andalucía y los ayuntamientos- en el desarrollo de soluciones y reformas para la comunidad andaluza, cristaliza en el año 2014, cuando oficializa su sede en Málaga. “Trabajamos en toda la región -independientemente del lugar del municipio o el tamaño del mismo- democratizando, de esta forma, el

derecho a la innovación y el desarrollo”, manifiesta el presidente del clúster, Mariano Barroso. Para su consolidación, continúa, fue decisiva, además de la voluntad de las empresas, su vínculo con el Campus de Excelencia Internacional Andalucía Tech: “Esta entidad, junto a las patronales de energías renovables y de empresas TIC en Andalucía, terminaron de impulsar el proyecto”. Los miembros de ‘Andalucía Smart City’ destacan, igualmente, como desde Europa hacía ya más de un lustro que se impulsaba la creación del clúster como modelo de organización público-privada. “Todo sumó”, enfatiza.



Susana Finkelievich y Manuel Calvo minutos antes de la presentación del libro 'iPolis' en la Casa de la Ciencia de Sevilla.

IPOLIS, UNA MIRADA A LA EVOLUCIÓN DE LAS CIUDADES

El pasado viernes 14 de octubre visitó la Casa de la Ciencia de Sevilla, institución adscrita al Consejo Superior de Investigaciones Científicas, **Susana Finkelievich**, arquitecta y doctora en Sociología por la Escuela de Estudios Superiores en Ciencias Sociales -**École des Hautes Études en Sciences Sociales, EHESS**-, en París, para la presentación de su nuevo libro, 'iPolis, ciudades en la era de internet'. Finkelievich estuvo acompañada, y presentada, por Manuel Calvo, biólogo y miembro de 'Estudio MC. Sostenibilidad y Estudios Medioambientales', una empresa dedicada a la consultoría ambiental. Durante el acto, 'iDescubre' estuvo presente para recoger las impresiones de ambos profesionales sobre los nuevos modelos de urbes cada vez más presentes en Andalucía.

Para la autora, Finkelievich, en el título que da nombre al libro, 'iPolis', la letra 'i' se corresponde con los

términos inteligencia, información e innovación; mientras que 'Polis' hace referencia tanto a la ciudad como a las políticas desarrolladas por parte de las administraciones. "En cualquier iniciativa, pública o privada, toda edificación debe ir dirigida a mejorar la vida de las personas, siempre desde el punto de vista de la sostenibilidad", afirma la autora. "Hablamos de incluir más espacios verdes, transformar los medios de transporte, en definitiva, la influencia en acciones cotidianas", añade.

En este sentido, durante el debate posterior a la presentación, Manuel Calvo, hizo especial hincapié en la necesidad de desarrollar una planificación de las 'nuevas' ciudades que están por venir: "La inteligencia debe ser global, es decir, no debe suponer un coste ambiental para los habitantes, y eso se consigue mediante un plan preestablecido y con capacidad de gestión".

Finalizando el coloquio, fueron surgiendo preguntas, que encuentran respuestas en el interior de la obra: ¿Qué se cumplió en la denominada Sociedad del Conocimiento durante los últimos 30 años? ¿Cuáles fueron los aspectos negativos? ¿Cuál es el futuro de las ciudades? Finkelievich, que desarrolló su tesis doctoral con el investigador y profesor en la Universidad de California, en Berkeley, Manuel Castells –además de referencia por sus estudios en la sociedad de la información-, concluye, sin desvelar el contenido del libro, que los cambios hacia lo que ella misma entiende como 'iPolis' –prefiriendo este término a ciudad inteligente- no son aún físicos, de forma que las transformaciones son, de momento, culturales, organizacionales y sociales: "En el futuro, la tecnología sí ejercerá modificaciones espacio-temporales muy profundas".



Sierra Nevada desde la Estación Espacial Internacional (Diciembre, 2014).

SIERRA ¿NEVADA?

EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ALTA MONTAÑA ANDALUZA



María José López

Consejera Delegada de [Cetursa Sierra Nevada S.A.](#)

Lorenzo Arribas

Representante de la [Federación Andaluza de Montañismo](#) en el Patronato del Parque Nacional de Sierra Nevada.

Javier Sánchez

Director del Espacio [Natural de Sierra Nevada](#).

Francisco Javier Bonet

Investigador del [Instituto Interuniversitario de Investigación del Sistema Tierra](#) y del [Observatorio del Cambio Global en Sierra Nevada](#).

Para cualquier observador la nieve es, sin duda, el elemento más llamativo del macizo de Sierra Nevada, un adorno inusual en la mayoría de los paisajes andaluces. Pero más allá de cuestiones estéticas la nieve es también el soporte de una importante actividad económica, vinculada a la práctica del esquí, y está directamente vinculada a aprovechamientos tradicionales como la agricultura y la ganadería de montaña. Es el sostén de una rica biodiversidad, en gran medida exclusiva de esta

magnífica representación de la alta montaña mediterránea, y el origen de suministros esenciales de agua potable. Todos estos valores dependen, sin embargo, de unas delicadas circunstancias ambientales que se están viendo modificadas por el cambio climático. La nieve, sobre todo en estas latitudes, es particularmente vulnerable a un aumento de la temperatura y a una disminución en las precipitaciones, dos variables que ya se han puesto de manifiesto en este espacio natural. Quienes aportan estas evidencias son los investigadores que trabajan en el Observatorio del Cambio Global en Sierra Nevada, y quienes deben aplicar estos conocimientos a la gestión del territorio y sus aprovechamientos, materiales e inmateriales, son, entre otros, los responsables del Espacio Natural de Sierra Nevada, los administradores de la estación de esquí y los representantes de los montañeros. Estas son las cuatro miradas que sumamos a un diálogo sobre el futuro de la nieve, encuentro que se celebró en la sede granadina de la Fundación Descubre justo cuando acababa de producirse la primera nevada de otoño.

Fuente: José María Montero.



Estación para la recogida de datos ambientales a 2.820 metros de altura (Trevélez).

En los últimos quince años la cubierta de nieve ha sufrido cambios significativos en el macizo de Sierra Nevada, reduciéndose su duración, retrasándose el inicio de la innivación y adelantándose el comienzo del deshielo. Estos cambios son más intensos en las cotas más altas y suponen que el periodo en que se mantiene la cubierta de nieve se ha reducido en casi 4 días desde el 2000 hasta hoy. La tendencia es preocupante pero no es menos cierto que un periodo de análisis de 15 años es aún pequeño, pero ese es el plazo para el que se dispone de información precisa suministrada por satélites de reconocimiento dotados de sensores con la suficiente resolución. Aún así, advierte Francisco Bonet, investigador del Observatorio del Cambio Global en Sierra Nevada, "este mismo fenómeno es el que se está

registrando en otras montañas del mundo, y si queremos ir un poco más atrás en el tiempo, usando fotografías antiguas o incluso pinturas en donde se reflejaron estos paisajes, veremos que efectivamente en el pasado, más allá de esos quince años, la cantidad de nieve también era mayor". Incluso, añade, "un patrón parecido se observa en el <glaciar> en roca que hay en el Corral del Veleta, en el cual se ha constatado, con instrumentos, una reducción significativa en su extensión y grosor desde el año 2000, aunque documentos históricos atestiguan su reducción desde la Pequeña Edad del Hielo (periodo que se inició en los siglos XV-XVI) hasta nuestros días". Por este motivo, el hielo fósil que se conserva en algunos puntos del macizo, como el del circo del Guarnón, en la cara norte del Veleta, aporta valiosa información y

está sometido a un detallado análisis, investigación que lidera el equipo de Antonio Gómez Ortíz (Universidad de Barcelona).

Bonet insiste en que estos y otros datos que está recopilando la comunidad científica no son suficientes para pronosticar, con certeza, qué ocurrirá, pero destaca lo que indican los escenarios climáticos de futuro (realizados con técnicas analíticas complejas) que se están manejando para tratar de predecir ese futuro incierto. "Todos esos escenarios", precisa, "muestran que en Sierra Nevada la temperatura subirá, incluso advierten que subirá mucho porque hay escenarios que hablan de un aumento de hasta 6-8 grados en el horizonte de final de siglo, aunque quizá el aumento



Circo del Guarnón, en la cara norte del Veleta.

LAS SEÑALES DEL CAMBIO

La nieve de Sierra Nevada es diferente porque, en cierta forma, es una anomalía, un elemento inusual en estas latitudes, un recurso que se encuentra en uno de sus límites de distribución. Su dinámica es distinta a la que se registra en los Pirineos o en los Alpes. Sus ciclos de fusión y congelación son peculiares y así, por ejemplo, los procesos de evaporación directa, al ser arrastrada por el viento, son mucho más frecuentes que en otros territorios. Todas estas circunstancias interesan a los científicos y plantean múltiples interrogantes a propósito del papel que desempeña en Sierra Nevada.

La nieve, dentro de un espacio tan valioso y biodiverso, es el soporte de numerosos sistemas naturales a los que presta especial atención el Observatorio del Cambio Global ya que funcionan como auténticos bioindicadores. "Buena parte de los bosques del macizo", precisa Bonet, "dependen, en mayor o

menor medida, de la cubierta de nieve". Y la buena salud de estos ecosistemas, añade Sánchez, "es fundamental para el mantenimiento de todos los servicios que prestan, ya sean al propio medio natural o a los aprovechamientos humanos, por eso no tiene sentido separar la conservación del desarrollo".

Los bosques de hoja caduca son un buen ejemplo de estos bioindicadores asociados a la nieve. El periodo de producción de hojas, de biomasa, de estos árboles, explica Bonet, coincide con la fusión de la nieve, "de manera que podemos decir que se alimentan de nieve, de tal forma que cuando la nieve desaparezca o cambien los patrones de innovación estos bosques se verán comprometidos y no sabemos muy bien qué pasará con ellos". Idéntica preocupación suscitan los enebrales de alta montaña, sobre todo los ejemplares jóvenes que mantienen una relación muy estrecha con la nieve

porque necesitan mucha agua para su desarrollo. Los pinares de repoblación, por el contrario, no parecen verse muy afectados por la escasez de nieve, al menos en el corto plazo.

Más allá del elemento nieve y su vínculo con ciertas especies y comunidades vegetales, el Observatorio está analizando otros muchos organismos y su respuesta al cambio climático, como aves, anfibios, ungulados o insectos. Todos forman parte de un mosaico complejo, y no del todo conocido, que se enfrenta a un rapidísimo cambio en las reglas de juego. ¿Quiénes se adaptarán y quiénes no? ¿Qué se perderá? ¿Será posible sustituir lo que no se adapte? ¿Podrán manejarse los ecosistemas para favorecer su supervivencia? Y la pregunta fundamental, la que condiciona el resto de respuestas: ¿Estamos a tiempo de actuar?

no sea tan grave. Y al mismo tiempo esos complejos modelos matemáticos también señalan una reducción en las precipitaciones, de manera que las circunstancias, en cualquier caso, no van a ser las mejores para la nieve".

María José López: "No hablamos del futuro, sino del aquí y ahora. Tenemos que adaptarnos a esta nueva situación lo mejor posible y lo antes posible".

Aún admitiendo ese grado de incertidumbre que describen los investigadores, en Cetursa, la empresa pública que administra la estación de esquí de Sierra Nevada, tienen muy claro que el impacto del cambio climático ha dejado de ser un factor discutible. "No hay duda alguna", lamenta María José López, Consejera Delegada de Cetursa, "esta es la situación a la que tenemos que enfrentarnos, y no hablamos de futuro sino del ahora, del aquí y el ahora. Tenemos que adaptarnos a esta nueva situación lo mejor posible y lo antes posible, y en ese empeño estamos trabajando en la estación, como están haciendo, por cierto, todas las estaciones de esquí del mundo". Si se da esta coincidencia planetaria, en la que nadie pone en duda el impacto del cambio climático sobre la nieve como recurso de ocio, es porque, revela López, "estamos hablando de un gran motor económico en el que no solo están las propias estaciones sino toda la industria y el comercio asociado a esta actividad: ropa deportiva, cañones de nieve, máquinas *pisapistas*...".

La estación de Sierra Nevada aporta cada año más de 400 millones de euros a la economía andaluza, lo que supone alrededor del 4 % del PIB provincial o, dicho de



Circo del Guarnón, en la cara norte del Veleta.



María José López, consejera delegada de Cetursa Sierra Nevada S.A. / Foto: Charo Valenzuela

otra manera, una cantidad similar a la que moviliza el conjunto de la Universidad granadina. Y estas cifras hay que situarlas en un contexto peculiar, ya que la estación de esquí es de titularidad pública y está dentro de un espacio protegido, dos circunstancias que, como explica la Consejera Delegada de Cetursa, "no son debilidades sino fortalezas, porque, en definitiva, tenemos un compromiso social, que adquiere el propio gobierno andaluz y que pasa por contribuir a la conservación de este espacio y al mismo tiempo generar actividad económica en la zona, crear empleo y riqueza en estos valles de montaña".

La manera de enfrentarse a este nuevo escenario, el "plan B" que María José López admite que ya existe en Cetursa, requiere de diferentes actuaciones. Por un lado está la *desestacionalización*, un objetivo complicado que obliga a reformular la oferta más clásica y hacer un esfuerzo de imaginación para multiplicar las actividades que no requieren de nieve. De esta manera se consigue, como ya vienen ocurriendo en estas instalaciones, que en verano, por ejemplo, la gente acuda a la estación en busca de una oferta de ocio alternativa. "Si somos capaces de diversificarnos", resume, "seremos capaces de anticiparnos a los cambios que se nos vienen encima". Al mismo tiempo, y para garantizar la práctica del esquí incluso en las peores circunstancias, la tecnología no deja de aportar soluciones. "Los cañones de nieve más modernos", explica López, "son capaces de producir



Valle de Lanjarón con el Pico del Caballo al fondo.

EL NEGOCIO DE LA NIEVE

Igual que ahora se manifiesta este debate en torno a una más que previsible escasez de nieve hubo un tiempo, no tan lejano, donde este recurso era abundante en diferentes puntos de Andalucía, y también en este caso, como es lógico, las circunstancias ambientales fueron las responsables de aquella bonanza.

En la primavera de 1624 se celebró, en lo que hoy es Parque Nacional de Doñana, uno de los festejos reales más sonados de la historia de España. El Duque de Medina Sidonia celebró una monumental cacería en honor de Felipe IV a la que asistieron 1.200 invitados. Las crónicas relatan cómo, para mantener en buen estado los manjares que se transportaron desde diferentes puntos de la región, todos los días llegaban al corazón de las marismas del Guadalquivir, procedentes de la serranía de Ronda, seis cargas de nieve a lomos de cuarenta y seis mulas.

Cuando aún no existían métodos artificiales de refrigeración la nieve acumulada en los puntos más elevados de las comarcas serranas constituía un elemento muy codiciado, no sólo para la conservación de determinados alimentos o la elaboración de refrescos y helados, costumbre que

se había extendido entre las clases más pudientes, sino también por sus aplicaciones médicas, ya que se juzgaba imprescindible en el alivio de hemorragias e inflamaciones, y hasta en el tratamiento de la peste.

A mediados del siglo XVII el comercio de la nieve estaba ya más que desarrollado en numerosos puntos del país. Málaga era entonces una de las ciudades que, por su actividad portuaria, demandaba grandes cantidades de nieve. Ésta se obtenía de la que entonces era conocida como sierra de Yunquera, y en particular en el denominado Puerto de los Ventisqueros, a 1.600 metros de altitud.

Cuando los inviernos eran benignos y escaseaba este recurso en los términos municipales de Yunquera y Tolox, hoy incluidos en el Parque Natural de la Sierra de las Nieves, los comerciantes trasladaban su actividad a la más lejana sierra de Tejeda, en la Alta Axarquía, donde algunos picos, como el de la Maroma, rebasan los 2.000 metros de altitud.

Los neveros no sólo trabajaban en las serranías malagueñas, también operaban en distintos puntos del macizo de Sierra Nevada, donde la disponibilidad de este recurso era mucho mayor, en la cercana sierra

de Baza y en diferentes localidades de las serranías jienenses.

Las técnicas que se emplearon en Andalucía para la conservación y transporte de nieve eran similares a las que, siglos atrás, habían desarrollado griegos y romanos, que comprimían este material en pozos practicados en las zonas más elevadas, cubriéndolos con pasto, paja y ramas de árboles. Los primeros manuales que describían el aprovechamiento de este material vieron la luz en Sevilla en el siglo XVI.

Cuando en el siglo XVII la explotación de la nieve experimentó un auge en Andalucía, las condiciones climáticas eran diferentes a las que hoy conocemos y hacían posible que este recurso fuera abundante en lugares en los que hoy escasea. La misma sierra de las Nieves no registra ahora ni las temperaturas ni las precipitaciones que hace unos 300 años la convirtieron en uno de los territorios más apreciados por los neveros.

La conocida como Pequeña Edad del Hielo, periodo que se inició en los siglos XV-XVI, fue la responsable de esta abundancia de nieve en latitudes en las que hoy apenas aparece.

nieve a mayor temperatura, usando menos cantidad de agua y menos energía, y es una nieve de una calidad excelente, de manera que es difícil distinguirla de la natural y, además, se conserva mucho mejor".

Lorenzo Arribas, representante de la Federación Andaluza de Montañismo en el Patronato del Parque Nacional de Sierra Nevada, coincide en el objetivo de la *desestacionalización*, "porque la montaña es algo más que nieve, es mucho más que nieve. A pesar del esfuerzo que se puede hacer para producir nieve y conservarla, este es un elemento que apenas se mantiene disponible, siendo optimistas, una tercera parte del año". Los datos que maneja la federación indican cómo el invierno está dejando de ser la estación



Uno de los momentos del Diálogo. / Foto: Charo Valenzuela

más atractiva en Sierra Nevada, al igual que ocurre en otras zonas de Europa. "Hay una creciente afluencia de personas sobre todo en verano", indica Arribas, "un turismo disperso que en cierto modo es más interesante porque se distribuye por todo el territorio, pero también un turismo que nos preocupa porque está creciendo mucho y puede suponer un aumento de presión en las zonas más vulnerables de la sierra".

Si la cubierta de nieve se reduce, en tiempo y en extensión, esa vulnerabilidad que tanto preocupa a este montañero también se multiplica, porque la nieve, precisa, "es una alfombra protectora que brinda cobijo a muchas especies vegetales, y al propio suelo, que de esa manera se enfrentarían a un mayor tránsito de personas, porque sin nieve la montaña se hace más cómoda, más accesible; es cierto que perdemos ese añadido de aventura, de compromiso, de sensaciones diferentes, pero no es menos cierto que un enclave sin nieve es un enclave más frágil ante la acción humana". Cuando desaparezca el manto protector, sugiere Arribas, "deberíamos dejar que las barreras naturales,

la distancia o el esfuerzo, regulen la cantidad y el tipo de visitas a esos lugares tan frágiles".

De alguna manera, continúa, hay que dejar que la montaña siga siendo ese lugar al que la nieve convierte en un escenario mágico: "Cuando llegan las grandes nevadas la montaña se hace más grande, todo empieza a estar más lejos, y nos encontramos con uno de los pocos espacios que no se han desnaturalizado, que no se han degradado, un paisaje espectacular que, en el caso de Granada, podemos contemplar desde casa".

Fieles a esta consideración de la nieve, y de la montaña, como valores cada vez más escasos y necesitados de una tutela efectiva, los montañeros, o al menos

TE INTERESA SABER...

La huella del cambio global en Sierra Nevada:

[http://ecologia.ugr.es/pages/publicaciones/publicaciones-pdfs/2015/huellacambioglobal/!](http://ecologia.ugr.es/pages/publicaciones/publicaciones-pdfs/2015/huellacambioglobal/)

Portal Andaluz del Cambio Climático:

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/pacc>

Seguimiento del cambio global en Andalucía:

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta/web/>



De izquierda a derecha, Teresa Cruz, Ignacio Henares, Javier Sánchez, José María Montero, Lorenzo Arribas, Francisco Javier Bonet, Miguel Carrasco y María José López. / Foto: Charo Valenzuela

climáticas, tratar de ordenar el previsible crecimiento del montañismo, cuando una menor cantidad de nieve facilite el acceso a las zonas más sensibles. En definitiva, "queremos evitar que cuando la alta montaña sea más amable, más fácil, porque las condiciones ambientales se hayan modificado, se dispare, con poco criterio, la explotación de la sierra sin límites". Hay que intentar, añade Arribas, "no poner puertas al campo, dejar accesos libres, pero respetando las barreras naturales, la distancia, el esfuerzo, para que la montaña conserve su valor, su encanto". Una sola frase resume bien esta filosofía: "Ya es hora de que en vez de hombres cambiando montañas, conservemos montañas que cambien a los hombres".

Preservar la biodiversidad, única, que se concentra en este macizo, y hacerlo de manera que la población del entorno mejore sus condiciones de vida, una variable, positiva, que también ha certificado el Observatorio del Cambio Global, es la misión, delicadísima, de los gestores del Espacio Natural, con Javier Sánchez a la cabeza. "Esta es una montaña pequeña, con muchos actores, en la que no vale trabajar desde la imposición o el mandato", advierte el director de este espacio

protegido, "de manera que lo que buscamos es un gran pacto social, un pacto que se apoya en la generación de conocimiento, riguroso, que aporta el Observatorio, las directrices que marca la Carta Europea de Turismo Sostenible, en la que está la propia estación de esquí pero también los ayuntamientos y otras empresas e instituciones vinculadas a este territorio, y los acuerdos del Consejo de Participación, un órgano muy dinámico, muy activo, donde todos esos actores llegan a discutir con vehemencia pero donde raramente hay que votar para tomar decisiones".

Lorenzo Arribas: "Hay que dejar accesos libres, pero respetando las barreras naturales, la distancia, el esfuerzo, para que la montaña conserve su valor, su encanto".

Gracias a ese pacto, y a las evidencias científicas que se han ido acumulando, "se han superado", celebra Javier Sánchez, "las propuestas que, con poco fundamento y desde diferentes foros, buscaban ampliar la estación de esquí. Ahora de lo que se trata es de mantener la estación actual en las mejores condiciones y ayudarla a que se

la adaptación frente al cambio climático, como es el caso de las acequias que surcan todo el macizo, "una auténtica red hidrológica paralela que mueve el agua y la distribuye por un territorio muy extenso, facilitando el riego de los bosques, de los cultivos, de los pastos...".

"Cuando hablamos de nieve hablamos del espacio que ocupa pero se nos olvida la dimensión temporal", advierte Javier Sánchez. "La nieve le otorga lentitud a todo el ciclo hidrológico, y por eso también nos inquieta no sólo el que disminuya el volumen de nieve sino que, asimismo, varíe la forma de nevar, porque ahora estamos recibiendo grandes nevadas a final de temporada a las que el deshielo les alcanza muy pronto, y es ahí en donde resultan decisivas las acequias porque son capaces de distribuir los excedentes del deshielo, recargar los acuíferos y otorgar esa lentitud, imprescindible, al ciclo hidrológico". También esta es una tecnología aplicada a la adaptación, sólo que es poco sofisticada (porque procede de la sabiduría popular), perfectamente adaptada al territorio y testada a lo largo de siglos.

Javier Sánchez: "Ahora de los que se trata es de mantener la estación actual en las mejores condiciones y ayudarla a que se adapte a estos nuevos escenarios".

adapte a estos nuevos escenarios". Esta adaptación no es sencilla porque obligará, continúa Sánchez, "a mejorar la capacidad de regulación y almacenamiento de agua para que puedan operar los cañones de nieve artificial, a disponer de kilómetros de empalizadas para retener nieve que luego pueda ser distribuida, a mejorar los sistemas de drenaje que reduzcan los problemas originados por la lluvia, etc... etc... actuaciones, todas ellas, que tienen una incidencia ambiental notable y que, por tanto, hay que acometer con mucha cautela y conocimiento".

Incluso cuando se la contempla desde una perspectiva económica la nieve no es únicamente un factor de riqueza para la estación de esquí. La que se deposita en Sierra Nevada, aunque no ha podido medirse de manera precisa, equivale al agua que se acumula en un embalse de tamaño medio y nos referimos, por consiguiente, a un recurso que, cuando llega el deshielo resulta vital para los agricultores del entorno. "En el fondo", puntualiza Bonet, "hay cientos de miles de personas que, directa o indirectamente, dependen de la nieve". Y esta dependencia ya generó en el pasado infraestructuras muy valiosas que ahora pueden resultar decisivas en

El problema al que nos enfrentamos es de tal calibre, concluye Bonet, "que no sólo se trata de incrementar el conocimiento y mejorar la tecnología, sino que tenemos que ir pensando en cambiar de paradigma". Y en ese tránsito se hace imprescindible, a juicio de Javier Sánchez, un cierto sacrificio "porque lo que vamos a necesitar es moderar el consumo, renunciar a ciertas comodidades". Serán unos años difíciles, apunta Lorenzo Arribas, "pero si somos capaces de superar esas primeras dificultades las próximas generaciones no dudarán en conservar, de la mejor manera, estos territorios únicos". Un optimismo al que se suma María José Sánchez, convencida de que la labor de los científicos y de los gestores del Espacio Natural "nos corrige y nos mejora, y juntos, todos esos actores que coincidimos en el macizo, podremos enfrentarnos mucho mejor al reto del cambio climático".



ANNA FREIXAS FARRÉ

CUANDO ENVEJECER SE CONVIERTE EN UN PRIVILEGIO

Anna Freixas Farré luce canas con la misma naturalidad que habla de sexo o ataca a las empresas que se empeñan en mirarla como target para venderle todo tipo de productos antiaging. Es una mujer mayor, pero su negativa a considerarse fuera de juego no tiene que ver sólo y exclusivamente con un convencimiento personal. Su rechazo a los prejuicios sociales que atañen a la vejez, especialmente la de las mujeres, es el resultado de décadas de investigación, que la posicionan como una de las más destacadas expertas en envejecimiento, particularmente, femenino.

Fuente: Elena Lázaro | **Asesoría científica:** Anna Freixas Farré.

Con cinco libros sobre el tema en los anaqueles, un sinfín de artículos científicos, comunicaciones a congresos, conferencias y tesis doctorales dirigidas, esta catedrática jubilada de Psicología de la Universidad de Córdoba se posiciona en la línea de la Gerontología Crítica, una línea de pensamiento e investigación que trata de deconstruir los falsos mitos y algunos mandatos sociales acerca de las personas mayores. Entre ellos destacan los que afectan a la sexualidad de las mujeres mayores o a su manera de entender el amor, las relaciones personales o la ocupación del tiempo, en una propuesta de entender el envejecimiento no solo como un proceso biológico, sino cultural y social. En esa línea de trabajo encaja a la perfección la última obra de Anna Freixas, *Tan frescas. Las nuevas mujeres mayores del siglo XXI*, que ya va por su cuarta edición en español y la primera en francés, y que cuenta con un importante número de estudiosos en América latina. La obra combate tanto los viejos prejuicios que presentan a las personas mayores como enfermas e incapaces, como a las últimas corrientes que abogan por el envejecimiento activo.

Respecto a los primeros, Anna Freixas explica que el incremento de la esperanza de vida –una española vive hoy una media de 30 años más que a mitad del siglo XX- ha obligado a la Psicología a redefinir muchos de sus planteamientos, empezando por la división de las diferentes etapas de la vida, que antes clasificaba en infancia, edad adulta y vejez y que ahora contempla una mayor complejidad y llega a distinguir entre tercera y cuarta edad. De la misma forma, la investigación psicológica ha tenido que ampliar sus grandes temas de investigación y no sólo porque vivamos más, sino porque han cambiado muchos roles. Si antes la Psicología



Anna Freixas Farré.

relacionaba la vejez con la búsqueda del sentido de la vida vinculando el envejecimiento masculino a la ocupación del tiempo tras la jubilación y el femenino, al teórico síndrome del nido vacío; la llegada a la vejez de las protagonistas de los movimientos sociales de los años sesenta y setenta han puesto bajo el microscopio asuntos como el del deseo sexual en la vejez, las relaciones personales o la actividad intelectual tras el final de la vida profesional.

Freixas ha abordado buena parte de todos esos temas en sus años de investigación y se muestra tajante al sentenciar la muerte de aquellos asuntos. El 'nido vacío' es la liberación de la atención de los hijos e hijas; el cuidado se relaciona con un tema que empieza a preocupar socialmente y que Freixas nombra como 'abuelas esclavas'; y el sexo exige un estudio en profundidad que ayude a mejorar la consideración de quien en estas edades desee mantenerlas.

Envejecimiento activo

En cuanto a las críticas a la corriente del envejecimiento activo, la profesora de la Universidad de Córdoba argumenta que ésta no es más que el intento del sistema de mantener a las personas mayores como consumidoras de todo tipo de productos y servicios, a su juicio, absolutamente inútiles. En este sentido, Freixas defiende que la vejez es un momento que exige reflexión y por tanto silencio y que las propuestas de envejecimiento activo en las que se agolpan todo tipo de actividades resultan verdaderamente agotadoras. "Es imposible reflexionar sobre el sentido de la vida montadas en una moto", sentencia.

En la revisión de paradigmas que propone la Gerontología Crítica, la medicalización del envejecimiento ha sido ampliamente cuestionada. Aunque entendiendo que el alargamiento de la vida ha sido posible gracias al avance de la Ciencia y de la Medicina, la catedrática de Psicología de la UCO matiza que mientras se entienda el envejecimiento como enfermedad, la vejez mantendrá su imagen negativa ante los ojos de la sociedad. Por eso cree que la inclusión de la Psicología en el área de las Ciencias de la Salud, como defienden quienes abogan por la psicología clínica, contribuirá a mejorar la atención a los mayores. Y pone como ejemplo el tratamiento que médica y socialmente se ha dado a la menopausia femenina, empezando por determinados tratamientos hormonales que acabaron comprobándose como inútiles y con riesgos importantes para la salud de las mujeres y continuando por la



Anna Freixas Farré.

construcción discursiva que asocia menopausia con el fin de la actividad sexual, como si el sexo sólo tuviese una función reproductiva.

Anna Freixas: "La Psicología contribuye a mejorar la atención a los mayores."

Para Anna Freixas, esta catalana que deshizo el camino de miles de emigrantes andaluces a mitad de los años ochenta, envejecer es un cambio más en la vida, como la adolescencia o la madurez y conviene afrontarlo con serenidad, sin el estrés que provocan todos esos tratamientos *antiaging* que no hacen más que rechazar el propio cuerpo, y, sobre todo, con humor, desdramatizando y desmitificando el hacerse vieja. Y lo dice con la certeza que dan los años de investigación en el tema y la sabiduría de sus 70 inviernos.



Anna Freixas Farré.

EL CALIFA EN CALAR ALTO



Observatorio de Calar Alto.

Fuente: Emilio J. Alfaro, Director EADA, Estrategia Andaluza de Divulgación de la Astronomía

La palabra espectro proviene del vocablo latino *'spectrum'* (imagen), que a su vez deriva del verbo *'specere'* (observar, mirar). En el español actual, y de acuerdo al diccionario de la RAE en su edición del tricentenario, espectro es, en su primera acepción, un fantasma, la imagen de una persona muerta. ¡Pues bien empezamos!, dirá ya alguno. Dejémonos de fantasmadas, es su segunda entrada la que hoy nos interesa: "Fís. Distribución de la intensidad de una radiación en función de una magnitud característica, como la longitud de onda, la energía o la temperatura". Si nos fijamos con más detenimiento en esta definición, dos de las tres magnitudes características que se citan, longitud



Emilio Alfaro.

de onda y temperatura, no son más que manifestaciones físicas, sinónimos naturales, de la tercera, la energía.

Así, cuando hablamos del espectro de una estrella, de una galaxia o de cualquier otro objeto celeste nos estamos refiriendo a cómo se distribuye la intensidad luminosa emitida por el astro por intervalo de energía. La luz puede ser entendida o, mejor dicho, necesita entenderse como un paquete de ondas definido por una velocidad y un conjunto de frecuencias, y como un flujo de partículas donde cada una de ellas transporta una energía y momento determinados. Nuestra comprensión de la naturaleza nos obliga a esta esquizofrenia, al menos por ahora. La relación entre ambas descripciones, corpúsculo y onda, tiene una expresión sencilla y bella que nos dice que la energía de

un cuanto de luz es igual a la constante de Planck por la frecuencia de su onda asociada. Cómo se llegó a esta ley física es un reconfortante capítulo de la historia del pensamiento humano, de cómo todavía podemos estar esperanzados en que, aunque en ocasiones parezcamos zoquetes socialmente desaliñados, a veces, unas pocas veces, somos capaces de romper nuestros prejuicios, o como diríamos en ciencia, nuestros paradigmas, y dar lugar a una interpretación de la naturaleza tan inquietante, bella y fructífera como es la visión cuántica del universo.

¡Ah!, entonces, ¿no tuvimos espectros hasta Planck, Einstein y De Broglie?, ¿hasta principios del siglo XX? No, la cosa viene de antiguo, el primer *'homo'* que vio un arco iris y se preguntó qué era aquello, podría considerarse el pionero de la espectroscopía solar, y ya en plena revolución científica Newton y su prisma nos dejaron constancia escrita de que la luz se podía 'dispersar' de manera artificial generando un espectro donde, al igual que en el arco iris, el intervalo de energía viene definido por un color determinado. Pero no fue hasta bien entrado el siglo XIX cuando dos científicos alemanes, Robert Wilhem Bunsen y Gustav Robert Kirchhoff, establecieron las primeras leyes

El espectro de una estrella, de una galaxia o de cualquier objeto celeste, se refiere a cómo se distribuye la intensidad luminosa emitida por el astro por intervalo de energía.

empíricas de la interacción entre la materia y la radiación cuando nos enseñaron que la luz blanca pasando a través de un gas frío nos proporciona un espectro luminoso que viene caracterizado por las propiedades físico-químicas del gas, dejando una impronta única con intervalos de energía con un flujo débil o inexistente, con líneas de absorción que nos informan acerca de las especies químicas presentes en el gas. No se tardó mucho en aplicar esta técnica y su interpretación al Sol, llevando, entre otros resultados, al descubrimiento del helio. Ahí nació la Astronomía moderna o Astrofísica. Ya podíamos hacernos preguntas que antes nos eran inasequibles, ¿de qué están hechas las estrellas?, ¿qué propiedades físicas tienen?

El descubrimiento del efecto Doppler, la variación de la frecuencia observada de una onda dependiendo de la velocidad relativa entre el emisor y el receptor, nos

proporcionó un método de obtener información cinemática en una dimensión espacial hasta ahora inobservable, la dirección que une al observador con el astro. El espectro nos permitió medir la velocidad radial. Sí, velocidad radial y composición química son dos de las principales variables físicas que derivamos del análisis del espectro de los objetos celestes. Es evidente que la precisión e incertidumbre con que medimos estas variables han variado mucho desde los primeros espectros del Sol tomados y analizados por Fraunhofer. El desarrollo de la física -el código con el que interpretamos los espectros- y la tecnología de nuestros telescopios, instrumentos y detectores han mejorado considerablemente y han posibilitado lo que se denomina espectroscopía en tres dimensiones (3D).

cuya velocidad radial o composición química serán un valor promedio para toda la galaxia. Si nuestro detector tiene 10 por 10 píxeles y podemos dispersar la luz en cada pixel, ya tendríamos 100 espectros que nos darían información de cien regiones diferentes de nuestro objeto y podríamos analizar su campo de velocidades o la existencia o no de un gradiente de composición química.

El telescopio de 3.5 m de Calar Alto en Almería tiene acoplado un espectrógrafo 3D denominado PMAS que es capaz de obtener un espectro en más de 350 diferentes regiones espaciales dentro de un campo de un minuto de arco de lado, cada uno formado por 500 colores diferentes. Con este instrumento acaba de



Carmenes, Calar Alto.

Cuándo tomáis una fotografía con vuestro teléfono móvil estáis haciendo la operación inversa a la espectroscopía 3D. Cada pixel recibe la luz en tres bandas de color diferentes, en tres grandes intervalos de energía, que cuando se combinan espacial y espectralmente de forma adecuada, nos proporcionan la imagen del objeto fotografiado con sus colores más o menos naturales. Ahora imaginaos el problema al revés, tenemos una galaxia y queremos obtener su espectro en toda su superficie observable. Si tenemos un solo pixel muy gordo, y la galaxia cabe en él, obtenemos un único espectro cuya calidad dependerá de cuántos intervalos de energía hayamos definido, de cuantos colores diferentes veamos, y

finalizar [CALIFA](#), uno de los proyectos de mayor éxito que se han desarrollado en el mayor observatorio de la Europa continental. Se han tomado espectros 3D de más de 600 galaxias y un equipo internacional con una nutrida y activa participación del IAA-CSIC nos ha ofrecido una nueva y, en algunos aspectos, revolucionaria visión de cómo son y evolucionan esas grandes células del universo que llamamos galaxias.



LA CIENCIA SALE A LAS CALLES

Los proyectos colaborativos unen a científicos y ciudadanos para mejorar el entorno más inmediato. Este novedoso enfoque persigue una investigación y una innovación más participativas. De la mano de la Fundación Descubre, en Andalucía se desarrollan ya diez iniciativas.

Fuente: Antonio Martín Rodríguez, Jorge Frías, José Fuentes y Teresa Cruz.

La abubilla es un ave de curioso plumaje en la cabeza. Con su tocado, parece un jefe siux. En Albolote (Granada) la conocen bien. 250 estudiantes de entre 10 y 14 años saben identificar no sólo de esta carismática especie, sino 31 más de las que habitan la sierra de Elvira, donde se asienta el municipio. Lo han logrado a través de un proyecto denominado 'Torre-On', que forma parte del programa Andalucía, mejor con ciencia. Junto con otras nueve iniciativas similares, la Fundación Descubre trata de motivar a que ciudadanos y científicos se unan para dar respuesta a un problema específico de una comunidad. Es una muestra de proyectos de ciencia ciudadana, por los que se pone en contacto el mundo de los laboratorios con el de la calle, y por los que muchos casos se abre una puerta al mundo de la ciencia y del medio ambiente tanto estudiantes de etapas preuniversitarias como para sus familias y otros colectivos.

¿CÓMO DESARROLLAR TU PROPIO PROYECTO?

El programa Andalucía, mejor con ciencia es una iniciativa abierta la participación de cualquier localidad de la comunidad autónoma. Sólo hace falta detectar un aspecto de mejora en el entorno más cercano, implicar a la comunidad educativa y las administraciones públicas vinculadas a ese territorio, buscar la colaboración de científicos de las universidades o centros de investigación más próximos y un puñado de ilusión.

Se trata de proyectos colaborativos, por lo que es indispensable fomentar la participación activa de la comunidad. El principal eje en el que pivota el programa es la ciencia. Concienciar a cerca de la importancia del conocimiento científico y de cómo puede ayudar a resolver el problema es una de las labores de los promotores. El otro es el respeto al medio ambiente. Se deben promover prácticas respetuosas con el entorno.

Una vez identificado qué aspecto del entorno se quiere mejorar, se debe enviar la propuesta de proyecto a la Fundación Descubre. Aceptada la solicitud, el proyecto pasa a formar parte del programa y recibe el sello de participación digital para el material divulgativo que se genere (blogs, webs...). No en vano, un objetivo fundamental es la difusión de todo el trabajo realizado. Los proyectos adscritos al programa han de elaborar material audiovisual como vídeos o documentales en los que se detalle el trabajo realizado.

La Fundación Descubre ha diseñado un curso en línea para personas interesadas en coordinar proyectos. Se denomina Tu entorno, mejor con ciencia. Además, pone a disposición de los participantes la red de expertos de la fundación, para encontrar el asesoramiento científico requerido. Descubre también ayuda en el asesoramiento y apoyo en la comunicación de los proyectos y facilita recursos didácticos.

Más información en: <https://andaluciamejorconciencia.fundaciondescubre.es/es/sobre-el-programa/>



El proyecto CREECE, primera iniciativa que se puso en marcha.

En el caso del municipio granadino, se pretendía “generar un conocimiento del entorno natural de Albolote que redundara en un mayor aprecio al mismo. Conocer es querer”, explica Jorge Frías, promotor del mismo. Oropéndolas, golondrinas, palomas... Las aves que surcan los azules cielos de la localidad han sido registradas en una aplicación móvil, que conserva la información para dispositivos Apple. “Este tipo de iniciativas requieren de pocos recursos para alcanzar los objetivos divulgativos”, resume Frías. Dicho de otra manera, usted mismo puede plantear crear el plan para su entorno más cercano.

Los proyectos de *Andalucía, mejor con ciencia* son tan diversos como puede serlo la ciencia y las localidades que los acogen. El programa plantea una estrategia de divulgación que favorece que la ciudadanía sea consciente y valore la importancia de la ciencia en su día a día. “Queremos conseguir que una comunidad se ponga de acuerdo con los científicos de su entorno para identificar un problema y solucionarlo”, expone Teresa Cruz, directora de la Fundación Descubre, la entidad que promueve la iniciativa.

La iniciativa es un ejemplo de ciencia ciudadana, una forma de entender la colaboración entre el ámbito investigador y la sociedad que gana terreno. En 2016, la Fundación Ibercivis ha lanzado un observatorio que registra iniciativas existentes en España. En su lista constan 140 proyectos.

En los proyectos que coordina Descubre han participado un total de 2.500 personas en alguna de las iniciativas. Alumnado, docentes, científicos, asociaciones, empresas, ayuntamientos... los grupos de interés son muy variados. El programa busca un hueco fuera de los límites de Andalucía.

El origen

Para explicar este fenómeno expansivo, hay que retrotraerse a 2014. Entonces se puso en marcha el proyecto 'CREECE: Comunidad para la Restauración Ecológica del Estanque del Corredor verde', en Atarfe (Granada). Fue una experiencia piloto y germen del programa.

Durante 10 meses, diferentes agentes de la localidad trabajaron para recuperar uno de los estanques de la localidad, que estaba degradado y donde sólo habitaban especies exóticas invasoras. Un total de 1.200 personas



Alumnos trabajan en el proyecto 'CapaCITados' de Atarfe.

EN BUSCA DE ALIADOS NATURALES PARA LOS CULTIVOS

El catálogo de Andalucía, mejor con Ciencia llega a la costa almeriense. En 2017, se llevarán a cabo por primera vez dos proyectos en esta provincia. Ambos se dirigen a mejorar el entorno en comunidades agrícolas.

'Echa a volar en Roquetas de Mar' pretende convertir infraestructuras públicas urbanas en refugios para especies animales locales. En el término municipal existen casetas y torretas de antiguos motores de los pozos de agua que han quedado en desuso. Este patrimonio industrial puede recuperarse en un sentido medioambiental. Algunas especies (como los aviones, las golondrinas o los murciélagos) pueden controlar las plagas que afectan a los cultivos de la

zona. Otros insectos pueden ser los transmisores del polen de estos cultivos. Los habitáculos abandonados pueden alojar estas comunidades biológicas.

'Diversifica-T' se desarrolla en Vícar, a pocos kilómetros. La agricultura intensiva supone una pérdida de biodiversidad, lo que, en última instancia, también afecta a la productividad de las explotaciones. Los peores enemigos de los parásitos de estos cultivos suelen ser depredadores y parasitoides autóctonos. El proyecto promueve la creación de setos de vegetación autóctona y refugios para insectos beneficiosos, para expandir estas comunidades y favorecer la presencia de estos rivales naturales de las plagas.

asistieron en las actuaciones de regeneración del estanque, para culminar con la introducción de especies de anfibios y reptiles autóctonos. Esta iniciativa no sólo contó con ventajas en el medio ambiente. También facilitó a los estudiantes de la zona conocer los ecosistemas acuáticos.

Teresa Cruz: "Queremos conseguir que una comunidad se ponga de acuerdo con los científicos de su entorno para identificar un problema y solucionarlo"

"Para participar en un proyecto tiene que involucrarse la comunidad educativa, el ayuntamiento, alguna asociación cultural o empresarial y la universidad o los centros de investigación que están en el entorno", explica Cruz. La presencia de personal científico es fundamental, ya que actúa como asesores. "En nuestro caso, hicimos



Participantes en los proyectos de [Andalucía] Mejor con Ciencia en Atarfe.

un llamamiento a través de un vídeo y nos respondió un investigador de la Universidad de Granada", explica José Fuentes, coordinador del proyecto 'Cuídate, cuídalo', uno de los proyectos con más éxito.

Fuentes es maestro en el colegio San Pascual Bailón de Pinos Puente (Granada). En el centro había observado el progresivo sedentarismo y malos hábitos en la alimentación, que suponen factores de riesgo para la obesidad. Involucró a una comunidad de 400 personas para retornar a unos hábitos más saludables y, con el vídeo, buscaron el aval científico con una producción audiovisual en forma de *petición de ayuda*. Respondió al mensaje el investigador del grupo de Fisiología y Bioquímica Nutricional del Estrés Oxidativo de la Universidad de Granada Julio José Ochoa. El proyecto, además de mejorar las condiciones de salud del alumnado y concienciar a sus padres, ha legado nuevos espacios para el colegio. Uno de ellos es un circuito saludable, usado en educación física. Junto a él queda un huerto ecológico. Todo material reciclado como neumáticos de tractores.

Una de las labores más complejas es buscar apoyo institucional. En el caso del proyecto 'Cuídate, cuídalo' se buscaron formas de financiación originales. Una campaña de venta de camisetas, con un margen de beneficio muy reducido, sirvió para costear los materiales del proyecto. El uso de neumáticos y otros materiales de reciclado también contribuyó para ahorrar dinero. En su conjunto, el programa está cofinanciado por la Fundación Descubre, la Consejería de Economía y Conocimiento de la Junta de Andalucía y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).

El recorrido tipo

Para conocer cómo se gesta un proyecto de divulgación científica y mejora del entorno se puede viajar a Atarfe, donde ya se han desarrollado tres. Uno de ellos es 'CapaCITados'. La iniciativa, que nació en septiembre de 2015, se inicia cuando el alumnado del CEIP Atalaya rastreó la localidad en busca de puntos de difícil acceso para las personas con diversidad funcional. Las conclusiones de

su análisis se plasmaron en un informe que presentaron al ayuntamiento de la localidad. Se partía de la idea de que la tecnología podría contribuir a derrotar las barreras urbanísticas y se pergeñó un plan.

Teresa Cruz: "Tiene que involucrarse la comunidad educativa, el ayuntamiento, alguna asociación cultural, centros de investigación del entorno".

Los escolares diseñaron una silla de ruedas adaptada al público infantil. Sus propias familias enseñaron al alumnado a coser y poder ajustar sus diseños a la silla modificada. Posteriormente, para comprender conceptos científicos y aplicarlos en su ingenio, los estudiantes actuaron con una plataforma de podobarometría, donde observaron sus propias pisadas en movimiento, las fases y

subfases de la marcha, y cómo la información recogida de esta manera se puede traducir en el diseño y fabricación de productos ortopédicos, como unas plantillas. El proyecto finalizó con la incorporación de los productos y sugerencias arquitectónicas a la realidad del día a día en la localidad.

La variabilidad temática es constante en *Andalucía, mejor con ciencia*, que en 2015 fue elegido el proyecto más inspirador por la Red de Unidades de Cultura Científica. Lo importante es pensar en una necesidad de la comunidad, involucrar a los colectivos, buscar asesoramiento científico y ser ingenioso a la hora de buscar las soluciones. Como se haría en cualquier laboratorio.

Otras iniciativas

También en Atarfe se ha desarrollado 'Somos Biodiversidad'. El proyecto ha implicado a más de 250 personas para mejorar la biodiversidad de plantas autóctonas y favorecer la presencia de su fauna asociada, en especial de mariposas. Alrededor de 200 personas han participado en el proyecto 'Mójate por el río' desarrollado en el tramo del río Cabra que atraviesa

ATRAPA UN TIGRE Y HAZ UN CENTENAR DE AVENTURAS MÁS

Una de las iniciativas de ciencia ciudadana más exitosas de ciencia ciudadana de los últimos tiempos ha sido Mosquito Alert. A partir de una aplicación móvil, se ha tejido una red de usuarios que identifican con sus terminales el lugar donde han visto un ejemplar de mosquito tigre. ¿Qué tiene de malo este díptero? Pues se trata de una especie exótica invasora muy dañina tanto como vector de enfermedades como el dengue para los seres humanos, como para los hábitats autóctonos.

'Atrapa el tigre', como se llamaba la iniciativa en su nacimiento, es una de las 140 iniciativas de ciencia ciudadana que ha registrado el observatorio creado a tal efecto por la Fundación Ibercivis. Hay proyectos de casi cualquier naturaleza: para identificar asteroides cercanos a la Tierra, para denunciar los feminicidios, para poner sobre un mapa los cadáveres inmobiliarios

que dejó el boom, para proteger las praderas marinas, para localizar las urracas que viven en las ciudades. Hay más información en: <http://ciencia-ciudadana.es/>

La ciencia ciudadana es una forma de entrelazar dos realidades que se necesitan mutuamente: ciencia y sociedad. La comunidad científica necesita el respaldo social para su correcto desarrollo. Las personas necesitan de los avances científicos para la mejora de su bienestar. Para generar esta relación simbiótica, la Comisión Europea ha incluido en el programa marco actual (Horizonte 2020) el fomento de la investigación y la innovación responsable (RRI, Responsible Research and Innovation). Este enfoque defiende el desarrollo de una ciencia más abierta y participativa, que tenga en cuenta los efectos tanto en el medio ambiente como en la sociedad.



Participantes en el proyecto 'Cuidate, cuidalo', desarrollado en Pinos Puente (Granada).

la ciudad cordobesa con su mismo nombre. El objetivo consistía en que la ciudadanía tomase conciencia de la importancia de preservar el cauce en un buen estado ecológico. Para ello, primero se organizaron acciones de limpieza a cargo de y se analizó la calidad de agua en el nacimiento de la corriente fluvial.

Las experiencias en Albolote, Pinos Puente, Atarfe y Cabra han llegado a su fin, pero no así el programa *Andalucía, mejor con ciencia*. Bajo el título 'Sin ruido en mis oídos', 150 participantes de la comunidad educativa de El Padul (Granada) identifican *puntos negros* donde se desarrollan actuaciones de mejora acústica. El proyecto 'Juntos hacia la agroecología' de Huétor Tájar (Granada), en el que participan más de 700 personas, se ha dirigido a dar a

conocer algunas de las técnicas utilizadas en agroecología para los cultivos desarrollados en la localidad, con la finalidad de favorecer una mayor conservación del suelo y fomentar la biodiversidad de la zona.

Mientras se expande en Andalucía, la Fundación Descubre pretende llevar la iniciativa más allá del océano Atlántico. "Queremos dar el salto y desarrollar el proyecto en Iberoamérica, para ello hemos llegado a un acuerdo con la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, y también por supuesto llevarlo a otras comunidades autónomas", avanza Cruz.

CIENCIA, CÁMARA Y ACCIÓN

La ciudad malagueña de Ronda se ha convertido en un lugar de referencia en el panorama de los certámenes cinematográficos gracias a la celebración de uno de los eventos científicos más esperados en el sector, la Bienal Internacional de Cine Científico de Ronda (BICC-Ronda 2016). Del 27 de noviembre al 2 de diciembre, Ronda acoge la XXVIII edición de este festival que convierte a la ciudad en un escaparate del mejor cine científico nacional e internacional. Desde 2014 la Asociación Española de Cine e Imagen Científico (ASECIC) se encarga de la organización de este festival. La veterana asociación celebra, en 2016, sus 50 años de existencia dedicados a la difusión del cine científico internacional en España y de lo mejor del cine científico español en el mundo.

Fuente: Luz Rodríguez | **Asesoría científica:** Gerardo Ojeda, Juan Manuel García-Ruiz, Alberto Redondo y José María Montero

A finales del siglo XIX, en 1878, el fotógrafo e investigador británico Eadweard Muybridge empleó la fotografía en serie para el estudio de la locomoción animal. En 1874, el astrónomo francés Pierre Jules Jansen logró el registro automático del paso del planeta Venus frente al Sol con un aparato, diseñado por él, al que denominó revólver astronómico. Son sólo un par de ejemplos de una época de investigación, de pruebas, de científicos inquietos y curiosos, pioneros, que encontraron en la fotografía y posteriormente en el cinematógrafo un medio ideal para registrar y mostrar

sus investigaciones. Eran los inicios de lo que ahora se conoce como cine o documental científico. Un género que ha ido evolucionando de la mano del desarrollo de nuevas técnicas de captación y grabación de imágenes, de instrumentación científica y que, con la llegada de las nuevas tecnologías, ha experimentado la aparición de formatos novedosos que han revolucionado la forma de realizar y consumir este tipo de imágenes.

La relación entre la ciencia y el cine ha sido, desde sus orígenes hasta la actualidad, muy estrecha. La aplicación



Rodaje en la pampa argentina del documental 'Las alas de la Pampa', un producción RTVA-CSIC dirigida por José María Montero.

de técnicas específicamente cinematográficas como el uso de películas de sensibilidad lumínica distinta al ojo humano (rayos infrarrojos, ultravioletas, rayos X), la combinación de la cámara cinematográfica con el microscopio electrónico, las tomas a baja velocidad (cámaras super lentas) que permiten observar el crecimiento de las plantas, o la alta velocidad (cámaras de ultra velocidad) empleada para el análisis de materiales o las sondas ópticas que se introducen en el cuerpo humano (endoscopia), entre otras muchas, contribuyen al avance de diferentes ramas de la ciencia. Esta es una de las facetas del cine científico, la de herramienta para la investigación pero hay que sumar dos más, la educativa y la de divulgación de conocimientos.

Para Gerardo Ojeda, secretario general de la ASECIC, "el cine científico más que un género cinematográfico propiamente dicho, se define por su funcionalidad, de ahí que nuestra asociación está integrada por tres tipos de socios: investigadores que usan imágenes científicas,

profesores que utilizan imágenes para el proceso de enseñanza y aprendizaje y productores o divulgadores científicos que utilizan esas mismas imágenes pero con fines más de carácter de cultura científica".

Actualmente, la ASECIC reúne a más de 100 miembros activos que trabajan en la comunicación, la divulgación, la fotografía, la producción, la docencia y la cultura audiovisual en general, constituyéndose en un espacio multidisciplinar de encuentro e intercambio de experiencias e ideas.

Gerardo Ojeda: "El cine científico se define por su funcionalidad"

Desde su fundación (29 de Septiembre de 1966), por el biólogo y cineasta Guillermo Fernández Zuñiga, la ASECIC ha venido trabajando desde una triple vertiente: la visibilidad, la documentación y el reconocimiento a las

EL DOCUMENTAL CIENTÍFICO HECHO EN ANDALUCÍA

Al investigador y realizador de documentales de naturaleza, Alberto Redondo y al periodista ambiental José María Montero, les une la huella que dejó en ellos el mítico programa “El hombre y la Tierra” de Félix Rodríguez de la Fuente. Ambos han llegado al mismo sitio, el cine científico, partiendo de dos caminos diferentes pero vinculados entre sí, la comunicación y la ciencia. Ambos son referentes en Andalucía y defienden que el rigor es lo que define a este tipo de cine. Utilizan las imágenes como medio para divulgar el conocimiento, uno como profesional de la comunicación y el otro como científico inquieto.

La vocación de Alberto Redondo (Córdoba, 1968) por dar a conocer, a través de imágenes, el resultado de sus investigaciones le llevó, literalmente, al otro lado del mundo, a Nueva Zelanda, donde viajó para proponerle un guión a una productora. Tenía un sueño, poder dedicarse a hacer documentales. No fueron fáciles los comienzos. Lo consiguió. Lleva ya una década haciendo lo que le gusta por tierra, mar y aire. Actualmente compagina su labor como profesor de Zoología en la Universidad de Córdoba con la de realizador, principalmente de documentales de naturaleza, pero también presta sus servicios a otros investigadores que utilizan las imágenes como apoyo en sus trabajos y tesis doctorales. “Empecé utilizando el vídeo para tomar datos para mi tesis doctoral sobre el comportamiento de una especie determinada de ave. Fue mi primera experiencia grabando vídeos de naturaleza” – recuerda Alberto – pero cuando he estado haciendo la serie ‘Descubriendo el comportamiento animal’, en diversos lugares, con investigadores diferentes, mucho de ellos se dieron cuenta que, al grabar las imágenes de los animales con los que trabajaban, podían observar pautas de comportamiento que normalmente estaban ocultas para ellos”.

Arañas, ranas, lobos y todo tipo de aves pasan por delante de su objetivo. Cine y ciencia se dan la mano en el trabajo que realiza este cordobés. “Las técnicas de grabación y de edición de los documentales me

han servido como herramienta, como una forma de tomar datos científicos para un gran número de investigadores. Yo que pensaba que hacer documentales me iba a quitar tiempo de investigar y ha sido todo lo contrario, colaboro y publico más que nunca gracias a mi trabajo como realizador”, destaca con satisfacción.

Para el periodista José María Montero (Córdoba, 1963), director de ‘Espacio Protegido’ y ‘Tierra y Mar’ en la RTVA, así como de numerosas producciones audiovisuales de naturaleza por todo el mundo, “la ciencia se construye con los mismos materiales con el que se construye el mejor cine, el que más engancha: intriga, acción, esfuerzo, misterio, fracasos, descubrimientos...”. En los mismos términos lo explica Redondo, “tiene que haber una presentación de la historia, tiene que haber un nudo, un desenlace, momentos de tensión, de subir y bajar, de crear expectativas en el espectador. Cuando hago los guiones de mis documentales, en primer lugar, tengo que tener muy claro la historia que quiero contar, cuál es el contenido que quiero transmitir y creo una historia alrededor”.

Rigor, entretenimiento, calidad, un equilibrio complicado. Por eso, la colaboración entre científico y el realizador-director, es fundamental en este tipo de cine. “Suelen ser, salvo honrosas excepciones, dos mundos que viven uno al margen del otro, sin conocer las necesidades, las expectativas, los problemas, las dificultades o el método de trabajo del otro”, apunta Montero y continúa, “cuando tienen que ‘convivir’ se adaptan de la mejor manera a las circunstancias, pero esa adaptación, hasta cierto punto forzada, impide que el rigor científico y el entretenimiento se acoplen como deberían, de manera natural, multiplicando la calidad y el interés del producto. Por eso son tan valiosas las experiencias en las que ambos colectivos diseñan juntos la producción y las iniciativas que buscan una formación conjunta en divulgación, compartiendo todos esos elementos que cada colectivo debe conocer del otro”.

Las nuevas tecnologías

Ambos, periodista y realizador, coinciden en la aportación que las nuevas tecnologías han hecho a este género. “Lo más interesante de esta revolución tecnológica es que ha ‘democratizado’ la producción de documentales científicos: con poco dinero, con mucha imaginación y con tecnología tan barata y fácil de usar que ya se puede comprar en unos grandes almacenes (drones, cámaras HD, micrófonos...), cualquiera puede embarcarse en una producción de este tipo. Nuestra competencia ya no es la superproducción de la BBC o de National Geographic, pueden ser unos estudiantes universitarios que producen para YouTube”, explica Montero. A lo que se suma Redondo, “un profesor tiene ahora mucho más fácil crear un pequeño audiovisual para sus alumnos en clase y esto es muy positivo”.

La aparición de móviles, tabletas y webs ha llevado a Alberto a desarrollar formatos más acordes con esta nueva forma de consumir productos audiovisuales. La duración tradicional de un documental científico en televisión suelen oscilar entre los 30 y los 60 minutos, de media, “poco atractivo” para un público más tecnológico, como por ejemplo, los jóvenes. “Pensando en eso se me ocurrió un formato no muy usual en este género que son los cortos de 5 minutos. Está hecho pensando en los dispositivos móviles o la visualización a través de la web. Por otro lado también pueden utilizarse como ‘relleno’ de programación. Hay 20 países en el mundo donde se están viendo mis cortos, porque a las cadenas de televisión les viene bien este formato”, resalta el realizador.

Hay un lugar en la televisión para este tipo de producciones, a pesar del deporte y de los programas de entretenimiento. Por lo menos así lo defiende el periodista José María Montero, “un buen producto, realizado con criterio y medios, que muestra algo vinculado con nuestro entorno inmediato, y que se emite en un horario decente y publicitado de manera generosa, es muy raro que no tenga audiencia”.

imágenes fijas (fotografía) y en movimiento (cine, vídeo y TV), generadas desde los campos de la investigación y la divulgación del conocimiento científico, así como desde el desarrollo tecnológico, la innovación y las aplicaciones sociales e industriales.

En sus cinco décadas de historia ha visto como el cine científico en España ha evolucionado, pero hay que destacar que lo ha hecho más lentamente que en otros países con más tradición y apoyo institucional. “Hemos visto una progresión muy lenta de gente dedicada al mundo del audiovisual a la que le pueda interesar temas de carácter científico. Vemos más a la inversa, profesionales del ámbito científico que han visto la importancia de la divulgación y de la comunicación de la ciencia y se han dedicado a esto”, explica Ojeda. Y añade, “anteriormente, en los años 60, el cine científico era algo relativamente mínimo en España. Países europeos o los más avanzados industrialmente, como Canadá, Estados Unidos y Australia, y países del Este dedicaron mucho tiempo, dinero y esfuerzo al cine científico. En el caso de España, poco a poco ha ido despegando y creemos que, actualmente, hay una gran producción de cine científico de calidad”.

Ronda, ciudad de cine y ciencia

La Bienal Internacional de Cine Científico de Ronda (BICC-Ronda 2016) es el marco ideal para conmemorar los 50 años de la ASECIC, ligada a este festival desde sus orígenes y que, como en la edición anterior, traspasa fronteras. La Bienal comenzó su andadura en 1977 y cuenta con el apoyo del Ayuntamiento de Ronda y de la Fundación Unicaja, a quienes ahora se suma la Fundación



Alberto Redondo.

Descubre. Aprovechando las redes sociales y las más avanzadas redes digitales IP de banda ancha para la investigación, educación y comunicación científica (Red CLARA de América latina, Red IRIS de España, CUDI de México, RAUV de Cali o INNOVA de Argentina) el festival andaluz se hace global.



Gerardo Ojeda, secretario general de la ASECCIC.

El programa incluye eventos a lo largo de este año que se realizarán tanto en sus ciudades sedes, Ronda y Madrid, como en sus sedes remotas en instituciones educativas, culturales y científicas de Iberoamérica y del mundo que deseen compartir proyecciones, públicos, expertos y jurados, a través de foros, mesas de debate, cursos, talleres, exposiciones, homenajes y actividades de formación, comunicación y cultura científica. En esta edición se presentan. 35 obras audiovisuales provenientes de más de 12 países y seleccionadas por un jurado internacional. Se trata en total, de 22 horas de programación, con proyecciones colectivas en sesiones matutinas y vespertinas, y que tendrán lugar los cinco días de la semana, de lunes a viernes, en el auditorio del Palacio de Congresos y Exposiciones (ex Convento de Santo Domingo) de Ronda.

CINE CIENTÍFICO, LA PUERTA PARA ACCEDER A MUNDOS DESCONOCIDOS

El cine científico no es sólo un medio de divulgación es también una herramienta que permite acceder a mundos fascinantes, microscópicos, lejanos e inaccesibles para la mayoría. El experto en Cristalografía e investigador del CSIC, Juan Manuel García Ruiz, es uno de esos científicos que no se conforman sólo con investigar sino que le apasiona mostrar, compartir y enseñar sobre aquello de lo que investiga, ya sea la cristalización de una proteína o la formación de cristales gigantes. Su trabajo está presente en la XXVIII Biental de Ronda gracias a la exposición 'Cristales un mundo por descubrir' de la Fundación Descubre. Es director y guionista de documentales científicos que son utilizados como herramientas educativas en las aulas.

- ¿Qué requisitos debe reunir un buen documental científico?

Un documental científico en mi opinión debe contar una historia. La importancia de contarla bien depende de cómo de atractivo es el tema para el público. un buen documental científico debe narrar una aventura intelectual y hacerlo de la forma más bella posible. La belleza, la armonía, ha de estar no sólo en lo que se muestra visualmente, sino también en la propia narración y en el entramado de ambas con la música.

- Como científico que hace documentales, ¿dónde está el equilibrio entre información científica, divulgación y entretenimiento?

La ciencia es de por sí suficientemente entretenida y apasionante como para no tener que venderla en envoltorios de circo, de humor o de acción. Hace unos años la directora de una televisión gubernamental nos criticaba un trabajo

porque era demasiada didáctico. A ver, un buen documental científico es una historia que es capaz de mantener a una persona, especialmente a una persona joven, delante de un televisor o de un ordenador durante el tiempo que dure. Tu eso lo puedes hacer más o menos fácilmente contando mentiras infumables, enseñando carne, 'vendiendo motos', etc... Pero también se puede hacer siendo didáctico, enseñando a pensar, contado una aventura intelectual. Y entonces... ¡chupó!

- En el ámbito educativo, ¿cuál es el papel del cine científico?

El uso de los documentales y cortos científicos en la educación es hoy en día una práctica usual en muchas universidades y sobre todo en centros de enseñanza secundaria. Por ejemplo, sabemos que nuestro documental El Misterio de los Cristales Gigantes se proyecta en muchas Universidades de todo el mundo cada año al empezar los cursos de Química o Geología y en diferentes momentos del curso académico en institutos y colegios. Los profesores lo utilizan para enganchar a los estudiantes y para estimular el interés de los alumnos por aprender una materia en concreto. Hay muchos otros documentales que ejercen la misma función. Yo diría que el principal uso de los documentales es la enseñanza primaria y secundaria, y también, aunque menos, en la Universidad. Pero hoy en día, y más claro será en el futuro, internet proporciona una herramienta ideal para una educación integral de la ciudadanía. Es una ventana fascinante. El documental de Canal Sur de José María Montero, Los Archivos de la Tierra, lleva más de 150.000 visionados completos en Youtube.

- Dentro del ámbito científico, la captación de imágenes ha estado presente desde los inicios mismos del cine para explicar cómo funciona lo que nos rodea y acceder a fenómenos que no podemos captar con nuestros propios ojos, como por ejemplo ocurre en la cristalografía. ¿Podría nombrar algunas técnicas que se utilizan, actualmente, y que nos permiten ver aquello que se escapa al ojo humano?

En el campo microscópico se han usado, pero no tan frecuentemente como cabría esperar, la microscopía electrónica, la microscopía de fuerza atómica y las microscopías ópticas avanzadas. Pero aun hay mucho que hacer, mucho que explorar de como sacar imágenes impactantes del mundo microscópico y nanoscópico en el laboratorio. Una nueva técnica que ya se empieza a explotar en documentales científicos son los drones equipados con cámara. Aux frontières de la vie, de Olivier Grunewald, un documental sobre Dallol en el que he participado, es un buen ejemplo de este mismo año. Y por supuesto los telescopios. La astronomía ha sabido sacar partido de ellos en documentales y series magníficas.

- ¿Recurren los investigadores, actualmente, a los recursos audiovisuales, ya sean fotos o cine, como una herramienta más de sus investigaciones?

Desde siempre y hasta siempre, sospecho. La fotografía y el cine son fundamentales en ciencia. 'Ver es creer' que se dice. Hay fotos cruciales en una investigación. Por ejemplo la famosa Foto 51 que contenía la información cristalográfica crítica para resolver

la estructura del ADN, una historia preciosa muy ilustradora de tu pregunta. La foto y la secuencia de video es el registro de lo que pasa. Yo uso los vídeos continuamente. Busco en ellos calidad técnica y por supuesto información relevante para la investigación. Pero también valoro la estética de la foto y del video. Tanto es así que en varias de mis investigaciones de campo he recurrido a expertos fotógrafos, como Javier Trueba, Héctor Garrido u Olivier Grunewald.

- ¿Es habitual la figura del científico realizador, director o guionista? ¿Hay tradición en España, en este sentido, como ocurre en otros países como Reino Unido?

En España, desgraciadamente no es habitual. No tenemos suficiente recorrido científico, suficiente historia. Y en estos tiempos además, los científicos estamos preocupados por conseguir fondos para la investigación. Conseguir además financiación para producir divulgación científica en formatos costosos como el cine científico, es una empresa quijotesca. Pero no nos engañemos, tampoco se hacían tantos documentales científicos cuando había dinero. Necesitamos fomentar esta cultura tanto en el ámbito de la ciencia como en el de la cinematografía. Festivales como el de Ronda son fundamentales para ese fin.

- Por último, ¿cómo ha evolucionado, desde su experiencia, el cine científico en los últimos años?

No me gusta lo que está pasando. Las productoras habituales, National Geographic, Discovery, etc... cada vez están más sesgadas hacia documentales en los que priman la acción, la aventura,

el riesgo o simplemente la sangre, con muy poco respeto por la calidad científica. Se utiliza la técnica de las fotonovelas, es decir repetir una y otra vez la misma imagen, la misma idea: el león caza a la gacela, y por si no lo ha visto o entendido se lo pongo otra vez, y te meto un anuncio, y te lo pongo otra vez. Es lamentable ver que muchos documentales de esas grandes productoras están basados en investigaciones de segunda división, cuando no en la desvergüenza de puros charlatanes. Afortunadamente, NG también tiene algunos documentales maravillosos, y por supuesto la BBC y otras televisiones públicas están produciendo muy buenos documentales científicos que no se ven porque no hay circuitos comerciales bien establecidos para ellos. Pero soy optimista. La ciencia cada vez interesa más al ciudadano, y estoy seguro que habrá gente joven con nuevas formas bellas y eficaces de contarlas.



Juan Manuel García-Ruiz

Habrán proyecciones audiovisuales para todas las edades de acuerdo con las categorías de premiación, y donde se resaltan las funciones especiales para las escuelas públicas de Ronda, desde las primeras etapas escolares hasta los estudios secundarios; dirigidas a un público en general, y a personas de la tercera edad, ya que se hará una programación especial en residencias de la zona.

Gerardo Ojeda: “Hemos querido, por primera vez, premiar y reconocer a los nuevos formatos, incluimos los magazine televisivos, los microespacios web o el documental científico clásico”.

Y hay novedades. La Bienal cuenta desde este año además con el apoyo de la Fundación Descubre en el marco de la colaboración iniciada por la institución andaluza y la ASEIC. Descubre presentará en Ronda la web ‘Descubre el cine científico’, portal que reúne ciclos de cine científicos y que contará igualmente con la aportación de material de la ASEIC. “En esta Bienal, en vez de premiar áreas del conocimiento como se hacía anteriormente hemos querido, por primera vez, premiar y reconocer a los nuevos formatos, incluimos los magazine televisivos, los microespacios web, el documental científico clásico... También los usos educativos que se dan a estas imágenes, por ejemplo, todo lo que tiene que ver con la cultura infantil científica donde hay mucho material”, explica Gerardo Ojeda.

Gerardo Ojeda espera que a la sociedad española le siga interesando ver cine científico en las salas y que no se ‘contente’ con verlo en la televisión o en internet. Manifiesta un deseo: “Queremos que la bienal tenga un impacto social. Por eso la mantenemos en Ronda porque los rondeños y rondeñas hacen suyo este festival. Esperemos que esta bienal esté muy concurrida”.



Alberto Redondo, durante la celebración de uno de los ciclos de cine.

LA WEB DE ‘DESCUBRE EL CINE CIENTÍFICO’, PRESENTADA EN LA BIENAL DE RONDA

Fuente: Miguel Carrasco / Fundación Descubre

Explicar a través del cine diferentes conceptos y principios de ciencia, abordar cómo la investigación científica y el desarrollo tecnológico contribuyen a mejorar nuestra calidad de vida y conocer los actuales desafíos científicos de la sociedad son algunos de los objetivos del proyecto ‘**Descubre el cine científico**’, cuya nueva web es presentada hoy viernes por la Fundación Descubre, en el marco de la clausura de la Bienal Internacional de Cine Científico de Ronda (BICC-Ronda 2016).

El proyecto, que cuenta con la colaboración de la Asociación Española de Cine e Imagen Científicos (ASEIC), está compuesto por un total de seis ciclos de cine temáticos diseñados por la Fundación Descubre y expertos en diferentes disciplinas con el objetivo de ofrecer una herramienta útil y divertida para la divulgación de la ciencia para todos los públicos, especialmente dirigida a la comunidad educativa. Según ha explicado Teresa Cruz, directora de la Fundación Descubre, “la actividad se ofrece en tres formatos: con películas para el préstamo en Andalucía, donde además de la guía se facilitan las películas en formato DVD; sin servicio de préstamo de las películas, o en sesiones de vídeo-fórum dinamizadas, también en la Comunidad autónoma”.

El primero de los ciclos disponibles en la nueva web, **Ciencia para la Conservación**, está formado por cuatro bloques de audiovisuales sobre comportamiento animal de Alberto Redondo, profesor de la Universidad de Córdoba, ciclo que está disponible para préstamo en DVD con una guía de moderación con actividades para Primaria y Secundaria. **Cristalografía en el Cine**, por su parte, está diseñado por Juan M. García (CSIC) y Martha Santana (Triana Sci&Tech), busca acercar a la ciudadanía a la cristalografía, con dos títulos susceptibles de préstamo: El Misterio de los Cristales Gigantes y Los Archivos de la Tierra.

Nutrición, alimentación y otros compañeros de viaje es la última incorporación al catálogo de ciclos de

cine. Está diseñado por la Fundación Iberoamericana de Nutrición junto a la Fundación Descubre y cofinanciada por FECYT. A través de audiovisuales dinamizados por científicos y científicas de diversas disciplinas, la actividad se ocupa de la historia de la alimentación, la importancia de la dieta mediterránea o los avances más novedosos con la ‘nutrición a la carta’.

A ellos se suman dos ciclos sin servicio de préstamo. El primero de ellos es **Física en el cine**, diseñado por Arturo Quirantes, profesor de la Universidad de Granada, que se apoya en cuatro películas comerciales con el objetivo de hacer comprensibles muchos de los principios físicos que explican fenómenos de la vida cotidiana. El segundo de los ciclos es **Química y Sociedad**, que consta de una guía didáctica y divulgativa diseñada por el profesor de la Universidad de Jaén Antonio Marchal, en la que propone dos películas comerciales y dos documentales con el objetivo de destacar el papel de las ciencias químicas en nuestra sociedad.

Por último, el ciclo **La investigación astronómica y sus protagonistas** se desarrolla en formato vídeo-fórum con especialistas del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC) para conocer los últimos descubrimientos en astronomía en una sesión especial.

Material complementario

Los ciclos se complementan con una guía temática que incluye una selección de títulos disponibles para organizar y moderar actividades de divulgación científica para el público general o como materiales de apoyo en las aulas. Cada guía de ‘Descubre el cine científico’ cuenta con una propuesta de películas y/o documentales agrupadas por temáticas, las fichas técnicas de cada audiovisual, su descripción, temas de debate y recursos para ampliar información y moderar el transcurso de la actividad, y en algunos casos, actividades dirigidas a la comunidad educativa para sacar mejor aprovechamiento didáctico, en el caso de su uso en las aulas.

La Fundación Descubre ofrece a las entidades solicitantes de Andalucía la oportunidad de acoger actividades complementarias (charlas, conferencias o vídeo fórum) y el diseño de los materiales de comunicación para publicitar el evento público.

Desde la web, los usuarios pueden conocer los detalles de cada uno de los ciclos, así como solicitar el préstamo del material en los casos que correspondan y descargar el material complementario, todo ello desde la sección ‘Ciclos temáticos’. Además, el portal ofrece un directorio completo de todas las 29 películas y documentales que conforman los seis ciclos temáticos en el apartado ‘Películas A-Z’, a fin de facilitar su localización. Por su parte, la sección ‘Agenda’ muestra las próximas citas registradas en Andalucía para la celebración de alguno de los ciclos incluidos en el proyecto ‘Descubre el cine científico’.

Antecedentes

El proyecto ‘Descubre el cine científico’ cuenta con una experiencia previa desarrollada por la Fundación Descubre y Unicaja, con la colaboración de la Asociación Española de Cine e Imagen Científicos (ASEIC) y Triana Science&Technology. La colaboración dio como fruto el Ciclo de Cine Científico, inaugurado a finales de 2011 y que se organizó en 52 ocasiones en las 8 provincias andaluzas hasta su finalización en 2013.

Los excelentes resultados, tanto en el número de solicitudes recibidas como la evaluación del ciclo, fueron claves para el desarrollo de un proyecto más amplio, ‘Descubre el cine científico’, que ha ido incorporando progresivamente cada uno de los ciclos y que ha sido organizado ya en 38 ocasiones desde su puesta en marcha a finales de 2013.

Más información: <https://cinecientifico.fundaciondescubre.es/>



SICNOVA

VANGUARDIA JIENNENSE

EN IMPRESIÓN 3D

Impresión en 3D de una reconstrucción egipcia.

Cuando en 2003 los medios de comunicación comenzaron a hablar de la impresión 3D se creó la expectativa de que en cada hogar tendríamos una impresora, como si se tratara de un electrodoméstico más. Pero la realidad ha sido algo distinta, ya que las tecnologías 3D han encontrado acomodo sobre todo en los sectores industriales y profesionales, para los que plantea interesantes beneficios, principalmente en materia de ahorro de costes y de tiempo, así como por la posibilidad de obtener productos únicos y personalizados. La empresa jiennense Grupo Sicnova es un buen ejemplo de ello, ya que se dirige al mercado como una plataforma integral de tecnología 3D y ofrecer soluciones para industrias y profesionales que precisen

de la impresión o el escaneo 3D para mejorar sus procesos de producción.

La historia de **Sicnova** comienza en el año 2007, cuando Ángel Llaveró, director de la empresa, supo ver la gran oportunidad que brindaba esta tecnología revolucionaria y apostó por ello cuando la impresión 3D, o fabricación aditiva, que toma ese nombre por la adición de capas en el momento de formar la pieza, era un mercado muy incipiente y sin apenas presencia en España. “Estos casi 10 años de bagaje nos convierten sin duda en una de las empresas más veteranas del país y con mayor conocimiento acumulado en las distintas tecnologías de impresión y escaneo 3D”, explica Llaveró.

Además de ofrecer distintos productos, la empresa andaluza consideró necesario hace dos años crear un departamento de I+D+i integrado por ingenieros y profesionales cualificados y dedicados a la creación de nuevas soluciones que no existan en el mercado actual, muchos de ellos formados en la Universidad de Jaén, donde actualmente se ubican (Campus Científico-Tecnológico de Linares). “Dicho departamento es el encargado de investigar soluciones personalizadas para nuestros clientes, así como de desarrollar nuevos productos. Del mismo modo, el entorno en el que nos enmarcamos desde hace un año, donde se apuesta de forma decidida por la innovación y en el que se dan la mano el ámbito universitario y el empresarial, crean oportunidades de colaboración y sinergias que de otra forma sería mucho más difícil que surgieran”, afirma el director de la empresa.

En la actualidad Grupo Sicnova trabaja en dos proyectos de I+D+i. Uno, centrado en la implementación de la fabricación aditiva 3D para el sector del transporte, y otro para la implementación de la impresión 3D en estudios prequirúrgicos de hígado, pulmón y páncreas. Ambos proyectos se realizan en colaboración con la empresa de la industria de automoción **Liderkit** y el centro médico **Sercosa**, respectivamente, y subvencionado por el Centro para el Desarrollo Técnico Industrial y cofinanciados con Fondos Estructurales de la Unión Europea.

El 3D llega a la medicina... y a las grandes industrias

Grupo Sicnova ofrece además servicios de impresión 3D para medicina, dirigidos a especialidades médico-



Imagen de impresión 3D.

quirúrgicas donde sean necesarios modelos médicos precisos a partir de imágenes obtenidas de los pacientes, así como guías quirúrgicas en material biocompatible. “Para ello, en un primer paso se realiza la conversión de la imagen médica a un formato compatible, para trasladar en un paso posterior el archivo a la impresora 3D, para la fabricación de la pieza”, comenta el director.

Los modelos 3D tienen la suficiente rigidez y tenacidad para hacer operaciones de fresado, perforado y corte, sirviendo así como modelos de entrenamiento para cirugías o pruebas en distintas técnicas quirúrgicas. “De este modo se pueden obtener modelos 3D anatómicamente fieles y a escala real a partir de una imagen médica, para patologías traumatológicas, odontológicas-maxilofaciales, oncológicas o cardiológicas,



Imagen de la sede de la empresa Sicnova 3D.



Impresión en 3D de una reconstrucción egipcia.

EGIPTO EN 3D

La empresa, en colaboración con la **Universidad de Jaén**, tuvo en 2015 la posibilidad de digitalizar en 3D, in situ, un conjunto de restos arqueológicos excavados en el yacimiento egipcio de Qubbet el-Hawa, en Asuán. La universidad jiennense lleva trabajando en este proyecto desde 2008, sin posibilidad de poder traer a España ni un solo objeto de los hallados. "Gracias a esta técnica la ciudadanía jiennense puede ver y tocar algunas de las piezas encontradas y así hacerse a la idea de los hallazgos realizados en Egipto", explica Alejandro Jiménez, profesor de Historia Antigua y director de la excavación.

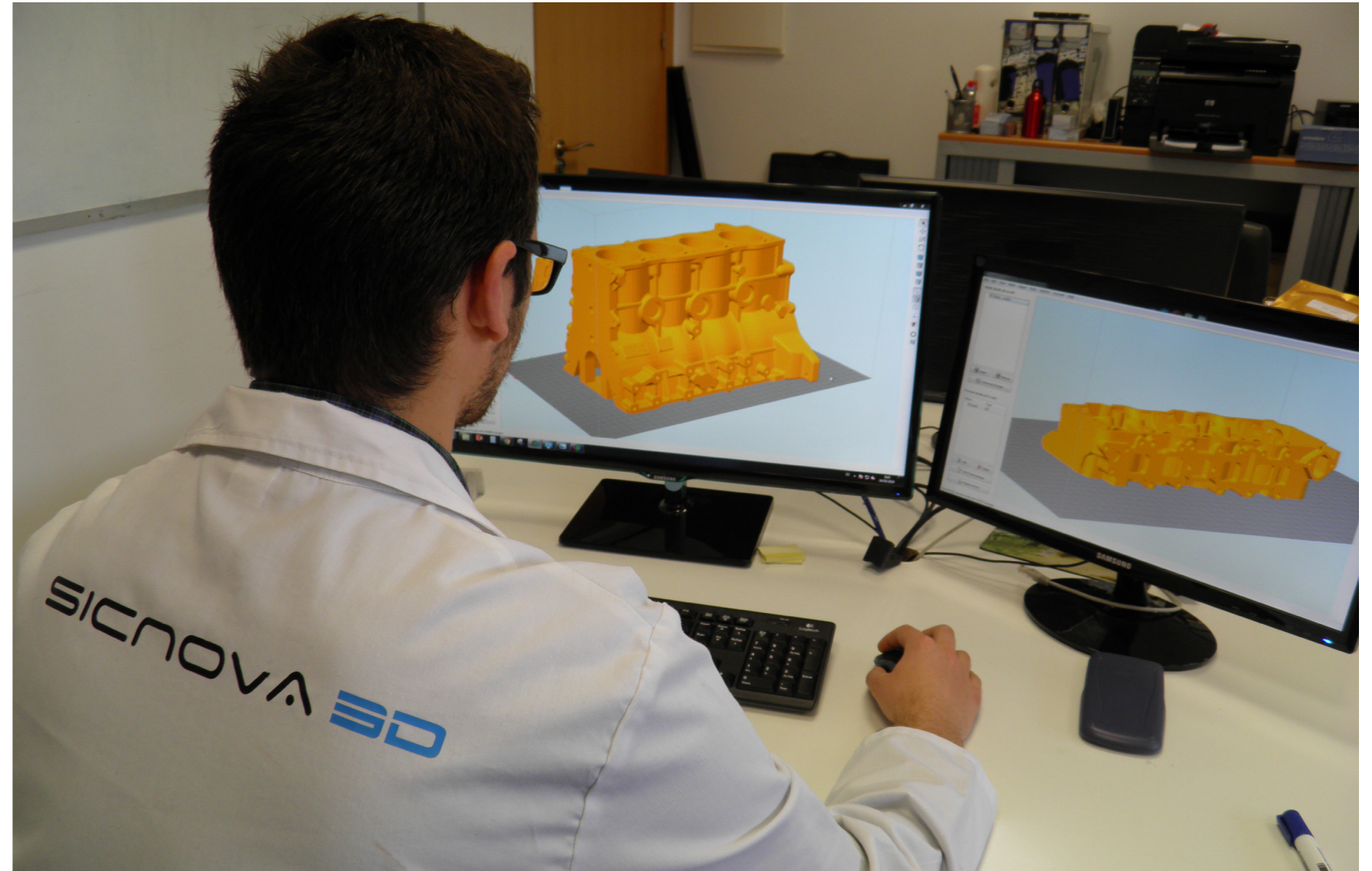
De vuelta a España, se fabricaron mediante impresión 3D las réplicas de algunos de estos objetos, cuyos originales llevaban miles de años sin ver la luz del sol, y se expusieron al público en eventos de divulgación científica, como La Noche Europea de los Investigadores.

al tiempo que se pueden fabricar guías quirúrgicas específicas para cada paciente, esterilizables para su uso en quirófano, mucho más económicas" afirma Ángel Llaveró.

Pero además trabajan en otros proyectos. "En estos momentos", precisa Llaveró, "nos encontramos en pleno desarrollo de productos y soluciones, como una nueva cabina de escaneado 3D para la digitalización precisa de objetos en entornos de trabajo industriales. Asimismo, acabamos de presentar un nuevo escáner, Clonescan 3D Lite, dedicado a aplicaciones tales como biometría, control médico del peso corporal o confección de prendas a medida", expone Llaveró.

Ángel Llaveró: "La fabricación está sufriendo una transformación en sus procesos de desarrollo de producto, diseño y manufactura, que pasan a ser digitales."

Del mismo modo, esta empresa ha desarrollado gracias a su departamento de I+D+i varios productos propios con los que intenta dar respuesta a necesidades que detecta en el mercado. Uno de ellos es la impresora industrial 3D JCR 1000, diseñada y fabricada íntegramente



Personal de Sicnova 3D durante un trabajo.



Taller de Sicnova 3D.

en España, pensada para industrias y profesionales que precisen de fabricación 3D en gran formato. "Un ejemplo de ello es el **Centro Avanzado de Tecnologías Aeroespaciales (Fada-Catec)**, que ha adquirido una de nuestras impresoras para el desarrollo de nuevas aplicaciones y soluciones de producción avanzada para el sector aeronáutico basadas en fabricación aditiva" comenta el empresario.

Por ello las principales novedades en el futuro quizá no vengan tanto de la mano de nuevos avances en materia de hardware, sino sobre todo de las aplicaciones de la tecnología 3D en muchos procesos que hasta ahora se vienen desarrollando bajo métodos de producción tradicionales. "En la actualidad nos estamos dirigiendo a una digitalización plena de la fabricación. Al igual que ha ocurrido con otros sectores profesionales, la fabricación está sufriendo una transformación en sus procesos de



Equipo de impresión de la empresa.

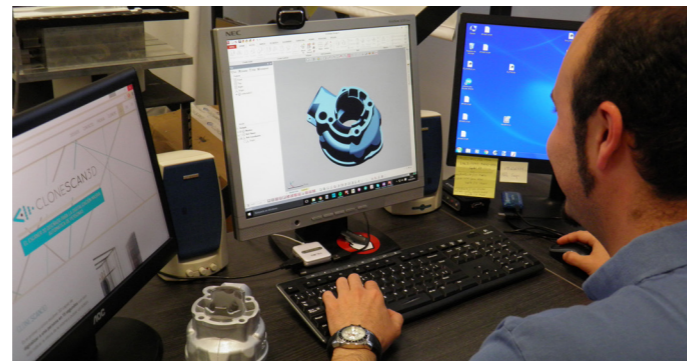
desarrollo de producto, diseño y manufactura, que pasan a ser digitales. Además, el foco va a estar puesto en el futuro en el desarrollo de nuevos materiales técnicos con los que seguir fabricando”, aclara Llaveró.

La empresa se expande

En los casi diez años de trayectoria esta empresa, en colaboración con otras, ha dado muchos pasos y ha experimentado una gran evolución, de forma paralela a como el propio sector del 3D ha ido cambiando. “En 2013 abrimos varias delegaciones industriales en ciudades como Madrid, Valencia y Pamplona, entre otras, con las que ofrecer puntos de venta y atención técnica a pie de calle; en 2014 creamos una red de tiendas enfocadas a la comercialización de equipos profesionales que en la actualidad cuenta ya con once establecimientos repartidos por toda España, desde Galicia hasta Canarias” aclara el empresario.

Sicnova quiere ser una figura clave de las empresas que precisen de soluciones 3D para mejorar y crecer en sus procesos, ayudando a la implantación en el tejido productivo

de la denominada industria 4.0. Este concepto alude a un conjunto de tecnologías que ya están entre nosotros como Internet, la realidad virtual, la robótica o la impresión 3D, entre otras. “La posibilidad de fabricar o de prestar servicios desde cualquier parte del mundo y en cualquier momento, o de personalizar la producción justo a las demandas exactas de los clientes ya está cambiando el panorama de nuestras industrias. Gracias a nuestro trabajo, industrias tan diversas como automoción, aeronáutica y defensa, joyería, medicina, o dental, por nombrar algunas de las más habituales, encuentran poderosas herramientas para seguir innovando y creciendo”, concluye Ángel Llaveró.



Personal de Sicnova 3D durante un trabajo.



Interior del nuevo escáner Clonescan 3D, dedicado a biometría, control médico del peso corporal o confección de prendas a medida, entre otros usos.



Ignacio Navas Enamorado.



“ENVEJECER DE FORMA
SALUDABLE DEBE SER
NUESTRA META”

Ignacio Navas Enamorado -Córdoba, 1983- es licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte por la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla y máster en Actividad Física y Salud por la Universidad Internacional de Andalucía. En enero de 2015, como parte de su tesis doctoral, viaja a Baltimore, Estados Unidos, para colaborar durante tres meses en el Instituto Nacional Sobre el Envejecimiento. Hoy día, más de un año y medio después, su buen hacer le ha permitido dilatar su estancia en Norteamérica, donde continúa trabajando en el equipo de Rafael de Cabo, investigador cordobés que lidera el departamento encargado de mejorar la salud y el bienestar de las personas durante el proceso de envejecimiento.

Fuente: José Teodoro del Pozo / Asesoría científica: Ignacio Navas Enamorado

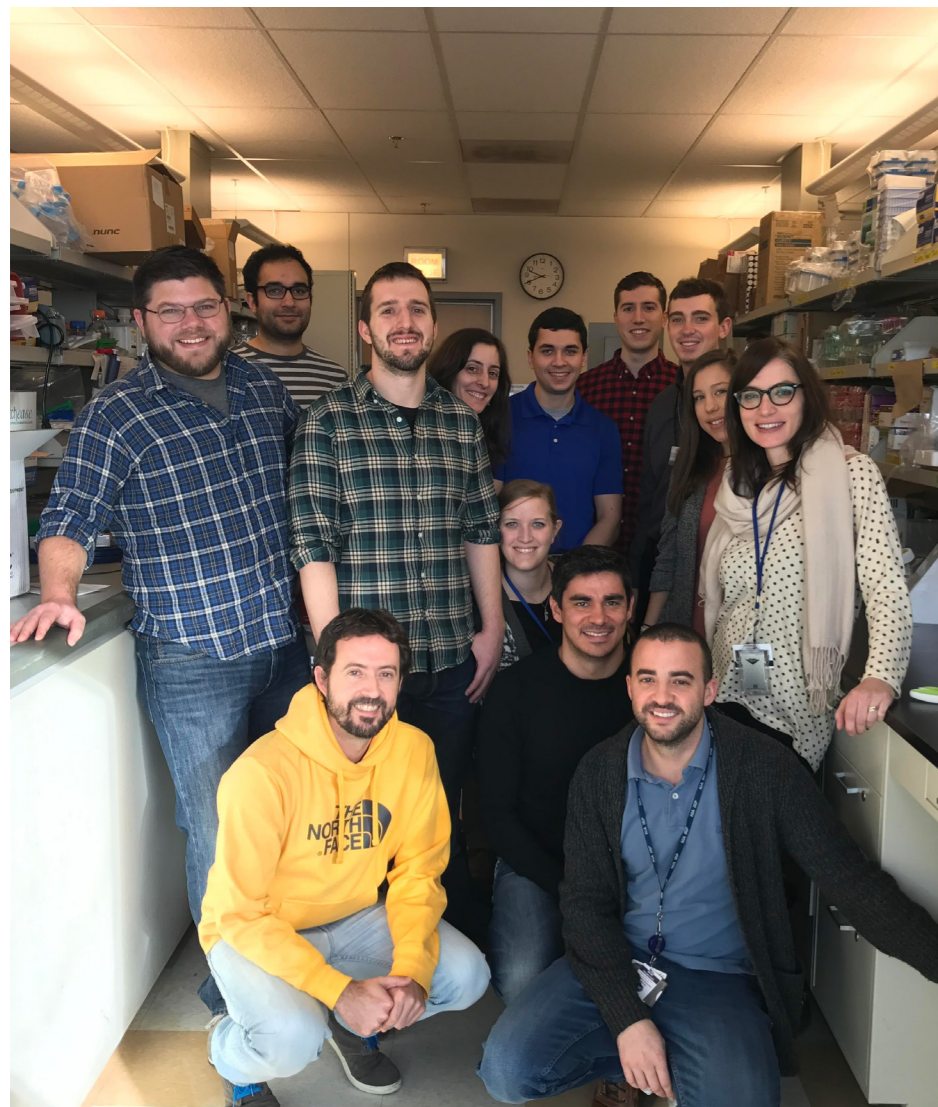
- Pregunta: El Instituto Nacional Sobre el Envejecimiento –NIA, por sus siglas en inglés- es una de las 27 entidades pertenecientes a los denominados Institutos Nacionales de la Salud en Estados Unidos. ¿Por qué eligió este lugar en concreto?

- (Respuesta) Es un centro puntero, con historia y mucha reputación. En 1974, el Congreso Norteamericano concede autoridad para formar el NIA, cuyo objetivo es encabezar las investigaciones desarrolladas en todo el país sobre la vejez, formar a la población en hábitos de vida saludables y difundir información relevante que ayude a prevenir

enfermedades y promover la salud en la sociedad. Además, el Gobierno designó esta institución como agencia federal primaria para los estudios sobre alzhéimer.

- (P) Imagino que el camino no ha sido fácil, ¿puede hacer un resumen?

- (R) Siempre quise encontrar respuestas a los problemas, tanto en mi vida personal como profesional: ¿cuándo empezamos a envejecer? ¿qué aspectos intervienen en este proceso? Al finalizar mi carrera, comencé esta búsqueda en el departamento de Biología Celular de la UPO con el profesor Guillermo López Lluch. Junto a él aprendí diversas técnicas



Ignacio Navas junto a su equipo de trabajo.



Ignacio Navas en su centro de trabajo.

que me ayudaban a despejar este tipo de incógnitas.

- (P) Y entonces surge el nombre de Rafael de Cabo, biólogo cordobés que vive desde hace más de 24 años en Estados Unidos dirigiendo el Translational Gerontology Branch (departamento de Gerontología Translacional) del NIA.

- (R) Efectivamente. Él colabora de forma activa y sostenida en el tiempo con el doctor López Lluch. Juntos decidimos que incorporarme al equipo de Cabo sería una gran oportunidad para continuar desarrollando mi tesis. Iban a ser

tres meses, y voy camino de los dos años. Me ofrecieron seguir, estábamos trabajando muy bien, y no me lo pensé. Estoy realmente feliz.

- (P) El envejecimiento está relacionado con el estrés oxidativo de las células, que acelera los efectos sobre la salud del paso del tiempo. En concreto, su investigación se centra en la influencia del ejercicio físico en este proceso, ¿puede ser algo más específico?

- (R) En primer lugar, definir que nuestro estudio trata de mejorar el bienestar de las personas mayores

hasta el momento de la muerte, de forma que no es una investigación de longevidad, es decir, no pretendemos alargar los años de vida.

- (P) Continúe, por favor.

- (R) Está científicamente demostrado que el ejercicio físico durante aproximadamente 45 minutos con una intensidad media –ritmo normal- genera beneficios en la salud de las personas mayores, ya sea, por ejemplo, previniendo la aparición de enfermedades como el cáncer o mejorando otras patologías

crónicas como la diabetes y la artrosis.

- (P) Entonces, ¿cuál es la principal aportación de su estudio?

- (R) La sustancial novedad de este proyecto es demostrar, aún en ratones, que este tipo de beneficios en personas mayores, normalmente de edad superior a los 62 años, también se producen si en lugar de andar a ritmo medio durante 45 minutos desarrollan una actividad física de alta intensidad durante un tiempo máximo de tres minutos. Si simplemente podemos hacer que a una persona mayor le

resulte más liviano desarrollar sus tareas diarias como ir al mercado y volver a casa cargando las bolsas, se considera también un éxito.

- (P) ¿Qué importancia tiene el tiempo a la hora de practicar actividad física?

- (R) Fíjese, el tiempo, según numerosos estudios, es uno de los principales obstáculos que la mayoría de las personas, jóvenes y mayores, encuentran a la hora de hacer deporte. Queremos eliminar esa barrera en beneficio de la salud.

- (P) ¿Qué es alta intensidad?

- (R) Es un término relacionado con la cantidad de esfuerzo que una persona hace durante la práctica de ejercicio físico, es decir, la fuerza y frecuencia del estímulo. Existen varias formas de medirla, bien a través de las pulsaciones del corazón, empleando un pulsómetro,

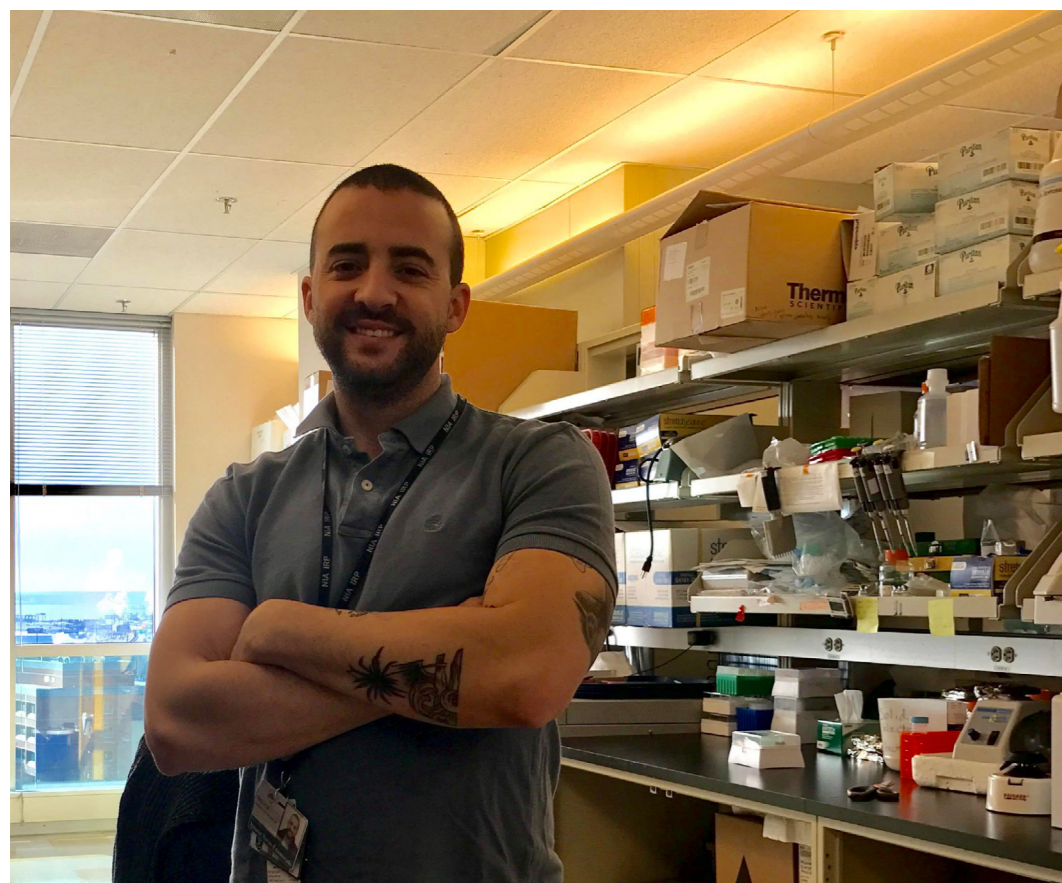
por ejemplo, o mediante herramientas que calculan el consumo máximo de oxígeno.

- (P) En el futuro, extrapolar estos resultados más allá de modelos con animales, ¿qué tipo de beneficios obtendrían las personas?

- (R) En absoluto. Desde mi punto de vista, desde la disminución en la aparición de enfermedades con un alto índice de mortalidad como la diabetes tipo 2 o algunas variedades de cáncer –hasta 13 tipos diferentes incluidos el de mama o colon- a la mejora en la calidad de vida de las personas mayores que sufren otras patologías como artritis o fibromialgia reflejada en una mayor movilidad de sus articulaciones, pérdida de peso o ausencia de dolor.

- (P) ¿Qué otro tipo de investigación desarrolla allí?

- (R) En general, colaboro con el resto de colegas en cualquier proyecto que



Ignacio Navas en su centro de trabajo.



Ignacio Navas en Amsterdam, Holanda.

requiera el diseño de un plan de actividad física, esto es, decidir, en función del objetivo, el tipo de ejercicio, intensidad y frecuencia más adecuados.

- (P) ¿Cuáles son sus proyectos de futuro?

- (R) Recientemente he sometido una propuesta –aún en análisis- para desarrollar un estudio de longevidad en ratas. Queremos responder la siguiente pregunta: ¿de verdad la actividad física hace que vivas más tiempo?

- (P) Una última cuestión sobre envejecimiento: ¿cuál es la tendencia predominante en España, vivir más tiempo o vivir mejor?

- (R) Existe una única tendencia, aquella que considera lo más importante, a todas las edades, la salud, mantenerla y mejorarla. En personas mayores existe un pensamiento donde envejecer de forma saludable es la meta,

esto incluye prevenir enfermedades y presentar una buena condición física. A partir de ahí, si vivimos más años, mejor.

- (P) Desde su perspectiva, la población norteamericana, ¿está interesada en la ciencia?

- (R) En España el interés general de la sociedad por la cultura no es aún muy alto. En América, sin embargo, fuera de la obligatoriedad, es decir, la escuela, el americano siempre está dispuesto a aprender, existe esa inquietud cultural que se traslada al conjunto de la sociedad.

¿QUÉ SON LOS ALMACENES

SUBTERRÁNEOS DE GAS?

Los almacenes subterráneos permiten confinar y atrapar el gas natural en su interior. Son antiguos yacimientos de gas que ya contuvieron hidrocarburos o 'trampas geológicas' de origen natural que se utilizan como almacén. No todos son idóneos. Para ello es fundamental contar con estudios exhaustivos que determinen las condiciones geológicas del lugar para el almacén y garanticen la seguridad con el fin de minimizar los riesgos en las operaciones de extracción e inyección del gas.

Fuente: Luz Rodríguez | **Asesoría científica:** Antonio Jesús González Barrios.

Antonio Jesús González Barrios, geólogo e investigador de la [Universidad de Córdoba](#), incide en que "es necesario conocer las circunstancias geológicas de un escenario en el que vamos a querer saber cómo se distribuyen, se almacenan o movilizan los gases acumulados en el subsuelo". La investigación de estos aspectos es fundamental para conocer el comportamiento y evaluar los riesgos que puedan surgir a la hora de utilizar estos almacenes subterráneos.

No se trata de un 'hueco vacío', sino que se recurre a formaciones geológicas con rocas porosas que almacenan o han almacenado agua e hidrocarburos. "Por una razón de flotación y densidad, el agua está abajo, el hidrocarburo líquido en medio y los gases se acumulan arriba y tienen la tendencia de escapar hacia la superficie. En geología existe el concepto de trampa geológica -explica Antonio González-, una formación o estructura de roca que impide el paso hacia arriba y/o lateralmente de esos fluidos, sean líquidos o gaseosos. Inferior o lateralmente tenemos lo que se denomina roca madre, de donde proceden y emigran los hidrocarburos, formada por sedimentos, ricos en materia orgánica, que cuando se transforman producen hidrocarburos líquidos o gas y empieza la migración por flotación de unos respecto a otros y a querer escapar como tendencia general hacia la superficie". También se producen por la destilación de hidrocarburos a partir de carbones de mayor antigüedad. Estos gases, si la capa suprayacente es roca caliza muy porosa, por ejemplo, se quedan 'almacenados' en la roca

almacén. Si sobre ella se localizara una capa de arena seguirían ascendiendo, y si es una formación de arcilla, que es impermeable, no pasan, funcionando como 'la trampa', o lo hacen tan lentamente que se produce una acumulación o bolsa de gas en ella.

"La fractura de la roca también permite el trasvase de fluidos. De esta forma, es necesario conocer muy bien el escenario geológico en el que nos estamos moviendo



Atardecer en Doñana.

Almacén subterráneo de gas.

para saber si el gas o el líquido se nos van a ‘escapar’ o no. Esa es la función de la geología, definir todas las características intrínsecas y geodinámicas de la roca y su distribución espacial, y en especial desde el punto de vista hidráulico y de condiciones físico-químicas en el almacén, de lo que representa el movimiento de fluidos en el interior”, apunta el geólogo cordobés.

Como indica el experto, estos almacenes subterráneos no se pueden construir en cualquier sitio. Han de contar con una roca almacén porosa, y por encima tener una capa impermeable a la migración de gases que impida la salida del gas, al tiempo que no haya debilidades del terreno en el entorno de almacén.

Bajo el suelo de Doñana

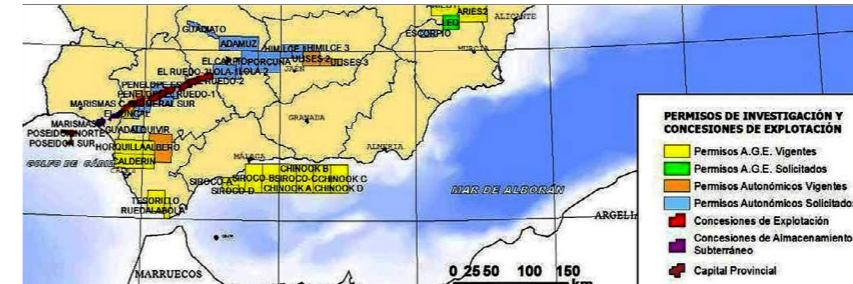
En lo que respecta al escenario geológico bajo el entorno de Doñana, el subsuelo está compuesto de formaciones de un tipo de roca sedimentaria, marga calcárea, que ocupa todo el valle del Guadalquivir, desde Jaén hasta Doñana, “Concretamente, se trata de margas azules, arcillosas, que son los sedimentos del fondo marino de la Era Terciaria. Son roca madre donde se ha acumulado el producto de la erosión de buena parte de Andalucía durante la edad Tortonense y Messiniense en el Mioceno final de la Era Terciaria (entre hace unos 20 M.a. y 2.5 M.a.)”, explica el profesor González Barrios. Sus yacimientos cuentan con cuerpos arenosos que se encuentran intercalados y desconexos muchos entre ellos en capas de arcillas margosas,

impermeables, de más de 700 metros de grosor en su conjunto y para ese área.

Resulta, así pues, necesario conocer perfectamente la estructura geológica de la formación arcilloso-arenosa, en definitiva, de la roca madre, de la roca almacén y las trampas que generan la impermeabilización de los cuerpos arenosos y



Sismicidad Iberia.



Mapa Carta.



Proyecto GNF DOÑANA.

LA AMENAZA MÁS PROFUNDA DE DOÑANA

La puesta en marcha el pasado mes de septiembre en el entorno de Doñana de los primeros sondeos del proyecto Marisma Occidental, uno de los cuatro subproyectos que conforman Marismas, el plan de explotación del yacimiento de gas natural y su posterior utilización como almacén subterráneo de Gas Natural Fenosa, ha hecho saltar de nuevo las alarmas entre parte de la comunidad científica por los posibles riesgos de esta actividad, no sólo medioambientales, sino también por lo que pueda ocurrir bajo la superficie, en el subsuelo.

En el informe Riesgos sísmicos relacionados con el proyecto de almacenamiento subterráneo de gas en Doñana y su entorno, sus autores, los doctores en Ciencias Geológicas Miguel de las Doblas y Julio Barea, de la Universidad Complutense de Madrid, y José Manuel Cantó, doctor en la misma especialidad por la Universidad de Granada, califican el suroeste español de “polvorín sísmico”, una zona que ha sido azotada por los terremotos y tsunamis históricos más devastadores de la península.

Este documento tiene el objetivo concreto de dar a conocer el elevado riesgo sismotectónico que existe de forma natural en esta zona, que se puede ver agravado por la actividad humana en relación a la explotación subterránea de hidrocarburos. Para el geólogo y consultor internacional José Manuel Cantó, “nos encontramos, además, con un área que presenta una neotectónica muy activa, funcionando al día de hoy”.

En el entorno del Golfo de Cádiz existen tres zonas de subducción donde parte de la corteza oceánica de una placa tectónica se sumerge bajo otra placa de carácter continental y que se ‘juntan’ con una falla transformante (el borde de desplazamiento de una placa tectónica respecto a la otra). “Se trata de una situación sismotectónica altamente inestable y poco habitual -indica el experto- lo cual podría tener efectos devastadores sobre las poblaciones, las instalaciones de hidrocarburos y el medio ambiente, y provocar inundaciones, hundimientos, escapes de gas...”. Y añade que existen abundantes evidencias de terremotos y tsunamis recurrentes desde el cuaternario reciente hasta hoy en día. “Al menos se han producido veinte eventos en los últimos siete

mil años que han trastocado completamente la evolución normal de este litoral”. El más reciente fue el de Lisboa en 1755 con una magnitud de 8,5 en la escala de Richter, con epicentro en el océano Atlántico y que provocó un maremoto que se cobró 2.200 vidas entre Cádiz y Huelva.

Sismicidad inducida

El informe es una “llamada de atención” sobre los riesgos que conllevan la activación y reactivación de estas fallas, sobre todo de las neotectónicas, como consecuencia de la inyección de gas. “Esto genera una actividad sísmica inducida, y es lo que ocurrió en el caso del proyecto Castor, un almacén subterráneo de gas en la costa de Tarragona y Castellón donde se produjeron numerosos seísmos derivados de esa actividad”, resalta este experto, gran conocedor de la geodinámica de la comarca onubense, ya que lleva más de cuatro décadas trabajando en este campo. La inyección y presión derivadas de esta actividad puede facilitar el paso del agua en fracturas (hidrosismicidad) y las variaciones de los niveles de aguas en la corteza terrestres también pueden activar terremotos y fallas sismogénicas.

“No descubrimos algo nuevo ahora, este informe es el resultado de recopilar todos los trabajos sobre tectónica, geofísica (sísmica de reflexión, sedimentología, geomorfología...) por parte de autores que han trabajado e investigado en la zona”, añade el experto. “La información está absolutamente contrastada y es completamente fiable porque incluye estudios e investigaciones publicados en revistas internacionales de distinto tipo”, concluye.

Del subsuelo a la superficie

Y no sólo hay preocupación por lo que ocurre en el subsuelo de Doñana. La proliferación de infraestructuras de diversa índole, ya existentes y las que están por venir, ha provocado la reacción de numerosos colectivos en contra de la escalada de industrialización que se está produciendo desde hace años en este espacio natural. A las amenazas presentes como la explotación de los acuíferos, el

dragado del Guadalquivir y a las pasadas, como el desastre de la mina de Aznalcóllar, hay que añadir el proyecto Marismas de Gas Natural Fenosa y otros llevados a cabo en la provincia por Repsol (Poseidón y Calypso).

Marisma engloba cuatro subproyectos (Aznalcóllar, Saladillo, Marisma Oriental y Marisma Occidental) en los que se van a efectuar diferentes sondeos y que contempla la instalación de pozos en superficie que se suman a los ya explotados. Actualmente, sólo Marisma Occidental tiene todos los permisos y funciona como almacén de gas desde 2012.

Para Juan José Carmona, abogado, consultor ambiental y coordinador de la Oficina Técnica Doñana WWF, el proyecto presenta “riesgos evidentes y de impacto directo” sobre el Espacio Natural y su entorno, empezando por su actividad principal, la inyección y extracción de gas. “El objetivo es hacer un llenado y un vaciado continuado del yacimiento, algo que no es normal para estas estructuras que han estado selladas durante siglos. Ahora se pretende meter y sacar de forma continua el gas. No están preparados para esta actividad”, destaca el abogado.

La construcción de infraestructuras en superficie incluidas en el proyecto también tienen impacto sobre el entorno, como destaca Carmona: “La construcción de gaseoductos requiere de un perímetro de seguridad sin ningún tipo de vegetación cercana. Esto afecta directamente al arbolado en los kilómetros por donde discurre la tubería”.

Aunque dos de los proyectos se sitúen fuera del límite protegido de Doñana, “hay que empezar a tener una mayor conciencia de qué son los espacios naturales y lo que significan los impactos que se hacen sobre los mismos, más allá de las vallas que delimitan el espacio protegido, romper los límites administrativos”, explica Carmona, que añade que “los acuíferos no entienden de límites legales y los animales tampoco”.

calcáreos antes de inyectar gas o líquido, a fin de tener la seguridad de que no se escapen hacia la superficie. “Así de sencillo y así de complicado a la vez. Aquí es donde la geología pone de manifiesto las condiciones que genera esa trampa geológica que queremos utilizar para almacenar gas”, concluye el experto. En definitiva, la calidad del conocimiento

científico juega un papel fundamental en la ubicación y explotación de estos almacenes subterráneos y en el debate que genera su existencia, así como los posibles riesgos de su puesta en funcionamiento en amplios sectores de la sociedad (administraciones, partidos políticos, organizaciones ecologistas, municipios afectados...).



Flores silvestres entre las dunas de Doñana.

EN EL PRÓXIMO NÚMERO...



Taller de divulgación científica

Ciencia accesible, ciencia sin barreras para todos



Imagen de Calar Alto del avistado el 11 de diciembre en las provincias de Granada, Jaén y Almería

Bólidos y meteoritos



Elías Ferreres

Un revolucionario con traje de ingeniero

EQUIPO

DIRECCIÓN CIENTÍFICA | CONSEJO EDITORIAL

EUGENIO DOMÍNGUEZ VILCHES

edominguez@uco.es

DIRECCIÓN EDITORIAL | CONSEJO EDITORIAL

JOSÉ MARÍA MONTERO SANDOVAL

redaccion@fundaciondescubre.es

CONSEJO EDITORIAL

TERESA CRUZ SÁNCHEZ

teresa.cruz@fundaciondescubre.es

IGNACIO GIL-BERMEJO BETHENCOURT

igilbermejo@gmail.com

CAROLINA MOYA CASTILLO

carolina.moya@fundaciondescubre.es

COORDINACIÓN DE CONTENIDOS

MIGUEL CARRASCO TELLADO

miguel.carrasco@fundaciondescubre.es

COORDINACIÓN DEL PDF

JOSÉ TEODORO DEL POZO CRUZ

redaccion@fundaciondescubre.es

REDACCIÓN

Luz Rodríguez

José Teodoro del Pozo

Elena Lázaro

Alicia Barea

Emilio J. Alfaro

Miguel Carrasco

José María Montero

HAN COLABORADO...

Ignacio Navas Enamorado

Manuel Barroso

Diego Gil

Susana Finkelievich

Manuel Calvo

María José López

Lorenzo Arribas

Javier Sánchez

Francisco Javier Bonet

Anna Freixas

Alberto Redondo

Gerardo Ojeda

Juan Manuel García

Ángel Llaveró

Alejandro Jiménez

Antonio Jesús González Barrios

Miguel de las Doblas

Julio Barea

José Manuel Cantó

DISEÑO

Pilar Pino

Revista iDescubre

<https://idescubre.fundaciondescubre.es>

ISSN 2444-6920

REVISTA FUNDADA EN 2015

Edita:



ENCONTRARÁS EN DESCUBRE



¿Quieres colaborar?

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



DESCUBRE
FUNDACIÓN