

Uciencia

Revista cuatrimestral de divulgación científica



Número 5 - Noviembre 2010

¿Quién habitará la Tierra?

2010, Año Internacional de la Biodiversidad

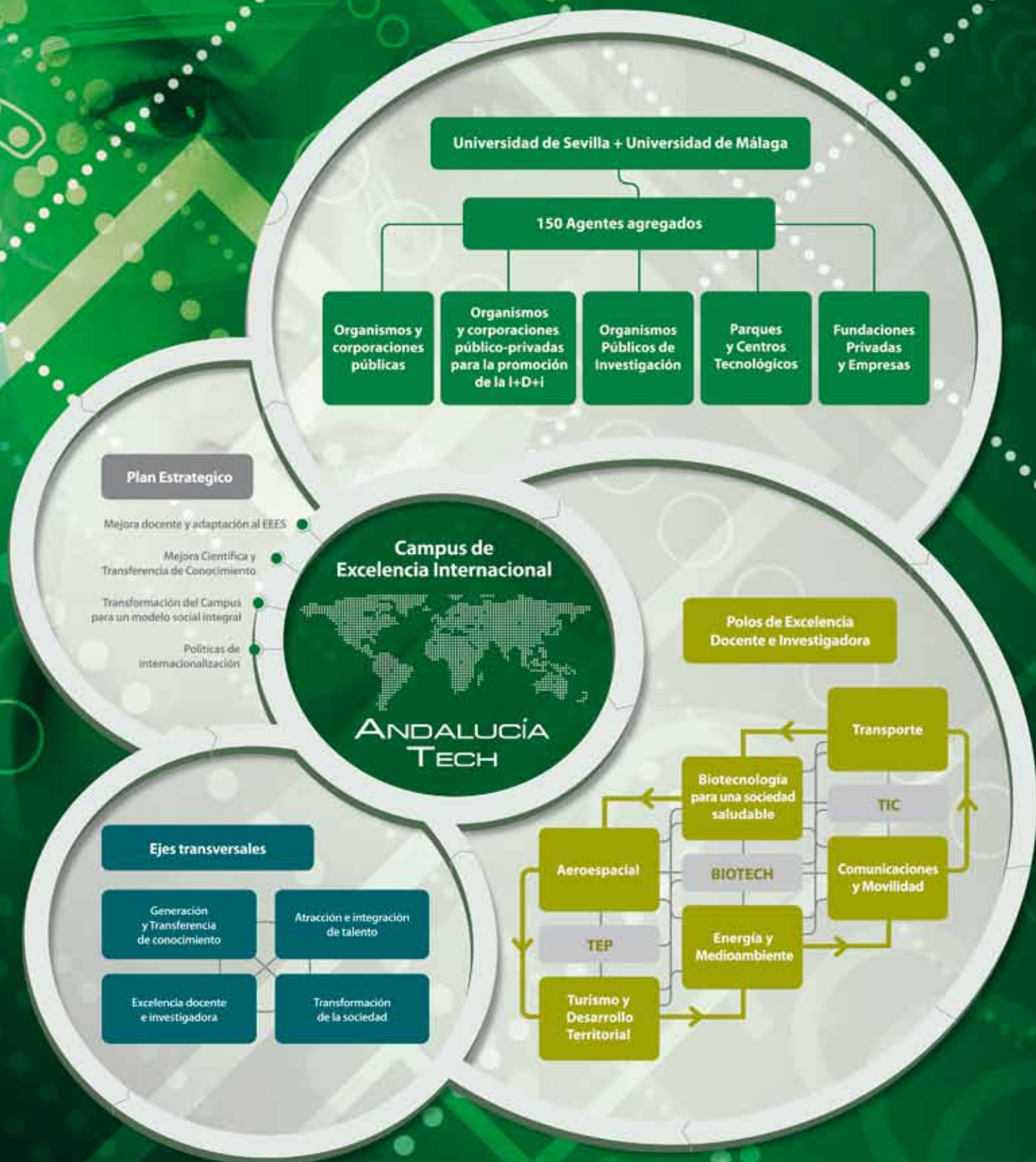


www.uciencia.uma.es

ENTREVISTA
Odile Rodríguez
de la Fuente

INDÍGENAS Y CIENTÍFICOS
trabajando juntos por la
diversidad biológica

TECNOLOGÍA
para la vigilancia de la
biodiversidad



La Atracción del Talento
en un Campus Tecnológico **Único**

PRESENTACIÓN

- 4** 2010, Año Internacional de la Biodiversidad.

ACTUALIDAD

- 6** Noticias más destacadas del ámbito científico.

QUIÉNES SOMOS

- 10** Edificio de Bioinnovación.

FINANCIACIÓN

- 12** Conservación de la Biodiversidad: estrategias y financiación.

INVENTUM

- 14** La titularidad de las patentes universitarias: el caso *Gatorade*.

HABLAMOS DE...

- 16** Biodiversidad

ENTREVISTA

- 22** Odile Rodríguez de la Fuente, directora de la *Fundación Félix Rodríguez de la Fuente*.

INVESTIGACIÓN

- 28** Indígenas y científicos juntos hacia la conservación de la biodiversidad

- 32** Tecnología para la vigilancia de la biodiversidad

- 34** Biodiversidad y servicios de los ecosistemas marinos

- 38** Economía sostenible: ¿mito o realidad?

- 40** Geodiversidad + Hidrodiversidad = Biodiversidad

- 44** La diversidad y conservación vegetal en Andalucía Oriental

ACTIVIDADES

- 48** Divulgar la ciencia: actividades expositivas de SEDOC.

ESPACIOS PARA LA CIENCIA

- 50** Jardín Botánico-Histórico *La Concepción*.

PUBLICACIONES

- 53** Básicos de la biodiversidad.

ENLACES WEB

- 54** Diversidad biológica en la red.



16



22



34



40



50

Uciencia no se hace responsable de las opiniones vertidas por nuestros colaboradores en los artículos publicados en esta revista.

2010, Año Internacional de la Biodiversidad

> Rosario Moreno-Torres Sánchez

Directora de Uciencia (Universidad de Málaga)

Nos cuenta el profesor Raimundo Real, investigador de la Universidad de Málaga que colabora con diversas comunidades indígenas del Amazonas, cómo éstas le han aportado, en términos de biodiversidad, la valoración holística de la naturaleza: entendida como un todo con partes distinguibles pero inseparables. Concepto que se concreta en la palabra *urihi* (selva) de los Yanomami. Cuando se transforma una parte de la selva se transforma el *urihi* y todo el futuro de la comunidad se ve afectado.

Biodiversidad o diversidad biológica es la variedad de organismos vivos que forman parte de todos los ecosistemas terrestres y acuáticos. Preservar esta variedad es esencial porque la pérdida de una de las partes afecta al todo. Mantener la variedad de vida en la Tierra es necesario para la supervivencia del hombre que forma parte de un ecosistema y es, él mismo, producto de la biodiversidad.

Los datos de la ONU indican que en la actualidad existen cerca de 48 mil especies amenazadas y 17 mil de ellas están en peligro de extinción. Este riesgo lo sufren el 21 por ciento de los mamíferos, el 30 de los anfibios, el 12 de las aves, el 28 de los reptiles, el 37 de los peces de agua dulce, el 70 de las plantas y el 35 de los invertebrados.

Es indudable el impacto del hombre en estas pérdidas de especies. Sin embargo, el ser humano también participa en preservarlas. A ello contribuye al inventariar y conocer las especies animales y vegetales que, por su complejidad, requieren además de otros estudios. En este número de *Uciencia* nos adentramos en las tecnologías para la vigilancia de la biodiversidad, en el concepto de economía sostenible, en el contexto geológico o en la especificidad de los ecosistemas marinos. Tampoco olvidamos la financiación de la biodiversidad de las distintas administraciones o los espacios naturales.

La divulgación es otro instrumento básico para preservar la biodiversidad. Odile Rodríguez de la Fuente nos lo recuerda y afirma: “Pienso que cuando la gente conoce las cosas las ama, y si es así, lucha por conservarlas”.

Quizá no podemos saber quién habitará el planeta o si conseguiremos parar la pérdida de especies pero, probablemente, a todos nos ayude a redoblar los esfuerzos en este sentido conocer y disfrutar de los espacios de biodiversidad que aún persisten, como es el Jardín Botánico La Concepción.



Foto: Aurora Álvarez Narváez

Presidente del Consejo Editorial

José Ángel Narváez Bueno

Directora

Rosario Moreno-Torres Sánchez

Redacción y edición

Javier Sánchez Relinque

Diseño y maquetación

Aurora Álvarez Narváez

Equipo técnico

Isabel Ortega Rodríguez

Eva Alarcón Fanjul

(Documentación)

Alejandro Domínguez Fernández

(Informática)

Colaboradores

Yamina Seamari, Sofía Traperó Muñoz

Carlos Vargas Vasserot

Alejandro Iglesias Campos

Raimundo Real Giménez

Alfonso García Cerezo

Jaime Rodríguez, Andreas Reul

José Luis Torres Chacón

Bartolomé Andreo Navarro

Baltasar Cabezero Artero

Alfredo Asensi, Blanca Lasso de la Vega

Edita

Vicerrectorado de Investigación

Servicio de Documentación y Divulgación Científica de la Universidad de Málaga

Edificio de Institutos Universitarios

c/ Severo Ochoa, 4

Parque Tecnológico de Andalucía

29590 Málaga

Telf: +34 952 13 72 18

sedoc@uma.es

www.uciencia.uma.es

Impresión

Imagraf

Depósito Legal

MA 2772 - 2009

ISSN 1889 - 7568

servicio de
documentación
y divulgación
científica

SED OC



Portal de Divulgación Científica

Uciencia

www.uciencia.uma.es

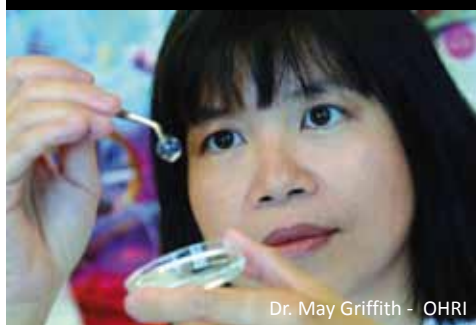


> Javier Sánchez Relinque / Uciencia



Ken Hammond - USDA (Wikimedia Commons)

UNA CÓRNEA ARTIFICIAL PARA RECUPERAR LA VISIÓN



Dr. May Griffith - OHRI

La regeneración de los nervios y de los tejidos del ojo humano es clave en la mejora de la visión de personas que tienen alguna deficiencia de este tipo. Hasta la fecha, los trasplantes de córnea han sido la única solución, lo que, unido a la escasez de donantes, causa que millones de personas se queden ciegas cada año.

Paliar este problema y evitar las desventajas de la donación, como la transmisión de enfermedades del donante al receptor, ha sido la principal preocupación de los expertos. Por este motivo, científicos del Instituto de Investigación del Hospital de Ottawa (Canadá) y médicos del Linköping University de Suecia han fabricado córneas biosintéticas que ya han permitido recuperar la vista a diez pacientes.

El estudio, publicado en la revista *Science Translational*, revela que estas córneas, hechas con colágeno, reactivaron el crecimiento de las células y de los nervios que envuelven al ojo, lo que abre la posibilidad a su utilización para otras enfermedades de la vista.

EL PARTO AUMENTA EL CEREBRO DE LA MADRE

La motivación y el comportamiento están directamente relacionados con la maternidad. Esto es lo que se desprende del estudio realizado por el Instituto Nacional de Salud Mental de Estados Unidos a 19 mujeres que habían dado a luz en el Hospital Yale-New Haven.

En concreto, las áreas del cerebro que afectan a dichos factores aumentaron a las cuatro semanas y a los tres meses de haber parido. Esto es una consecuencia, según los investigadores, de los cambios

hormonales que se producen en el organismo de la mujer tras el parto, es decir, del aumento de estrógenos, de oxitocina y de prolactina.

Estas hormonas serían la causa de que la madre activara su actitud de protección hacia el bebé, por lo que el instinto maternal quedaría en un segundo plano. Ahora, los científicos se decantan por el cambio repentino del tamaño y de la estructura de la masa cerebral como base de esta necesidad de cuidar al recién nacido.

ANDALUCÍA TECH LOGRA EL SELLO DE EXCELENCIA

El proyecto de la Universidad de Málaga y de la Universidad de Sevilla, Andalucía TECH, ha sido reconocido como Campus de Excelencia Internacional (CEI) en la convocatoria de 2010 realizada por el Ministerio de Educación. Este reconocimiento supone para las dos universidades participantes una financiación en primera instancia de 5,3 millones de euros, siendo ésta la cantidad más alta asignada a los proyectos junto a los coordinados por las Universidades de Zaragoza y Valencia.

El CEI Andalucía TECH es un proyecto moderno, ambicioso e innovador, fortalecido por la agregación de 150 agentes y entidades científicas y tecno-

lógicas, como el CSIC, la Universidad Internacional de Andalucía, 12 centros tecnológicos, cuatro parques tecnológicos —entre ellos, Cartuja 93 y PTA—, centros mixtos de investigación de primer nivel y las principales multinacionales españolas del ámbito Tech.

“El CEI, valoró Adelaida de la Calle, rectora de la UMA, ha supuesto un impulso decisivo para conseguir la excelencia en la docencia, la investigación, la innovación y la atracción y transferencia de conocimiento”. Todo ello enmarcado en un ámbito internacional, que unirá a dos universidades en el objetivo de crear “uno de los mejores Campus Tecnológicos del mundo”.

CSIC Y CIBERER DESARROLLAN EL ‘ALBINOCHIP’

Investigadores del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y del Centro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Raras (CIBERER) presentaron en la V Jornada Informativa sobre Albinismo un proyecto para desarrollar un nuevo sistema de diagnóstico genético para esta enfermedad que afecta, sólo en España, a más de 3.000 personas.

“Los que padecen albinismo, señala el científico del CSIC, Lluís Montoliu, uno de los impulsores del proyecto, además de la evidente falta de pigmen-

to, poseen una visión muy disminuida debido a un desarrollo anormal de la retina y del propio sistema visual, principales motivos de la discapacidad”.

Esta tecnología servirá para determinar la presencia de alguna de las más de 500 mutaciones ya conocidas en algunos de los 14 genes asociados a esta patología. Los resultados de los primeros análisis de validación han sido muy favorables, aunque el objetivo a partir de ahora será el de incorporar las nuevas mutaciones para ofrecer este sistema a cualquier interesado.



ALBA - CIBERER

LA POBLACIÓN DE TIGRES HA DESCENDIDO UN 95% EN EL ÚLTIMO SIGLO

El comercio ilegal de pieles está poniendo al tigre al borde de la extinción. Tanto es así que según los últimos datos del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) la población de esta especie habría descendido un 95 por ciento en un siglo, por lo que se estima actualmente una población de 3.500 ejemplares en libertad.

Para la Environmental Investigation Agency (EIA) las cifras son el reflejo de una caza indiscriminada de estos animales con fines comerciales. “La piel y los huesos de tigre se cotizan al alza en un mercado negro que no entiende de límites”, ase-

guran desde la Agencia. En su denuncia contra esta situación, la EIA, en colaboración con National Geographic, ha rodado un documental en el que, con micrófonos y cámaras ocultas, se destapan varias tramas y se han identificado a varios vendedores de colmillos, pieles o incluso pene de tigre, valorado para algunos como un potente afrodisíaco. Es más, como revela uno de los testimonios del vídeo, incluso en China se hace la “vista gorda” a este tipo de comercio porque, en ocasiones, son miembros del propio ejército los que lo practican.

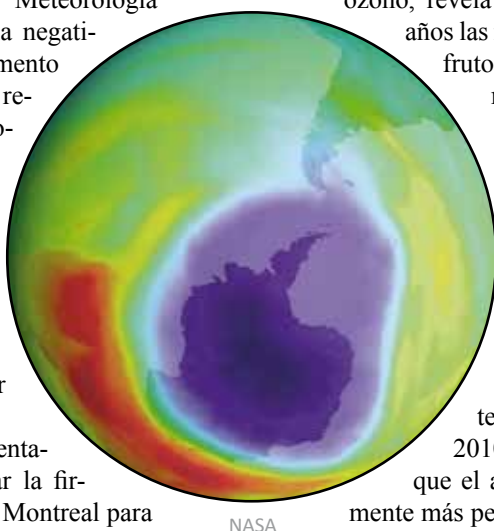


Hollingsworth, John and KarenA (Wikimedia Commons)

EL AGUJERO DE LA CAPA DE OZONO SE FRENA

Según un reciente informe de la Agencia Estatal de Meteorología (Aemet) la tendencia negativa que hasta el momento mostraban las cifras relativas a las dimensiones del agujero de la capa de ozono se ha detenido. Aún así, los niveles recogidos antes de los 80, cuando se detectó el problema, no se podrán recuperar hasta el 2075.

Este trabajo, presentado para conmemorar la firma del Protocolo de Montreal para



eliminar los compuestos nocivos para el ozono, revela que en los últimos años las medidas han dado su fruto. Aunque los últimos registros estimaban que su extensión superaba los 24 millones de kilómetros cuadrados, lo cierto es que su recuperación en 2009 fue algo más rápida respecto a años anteriores. Dato a tener en cuenta para 2010, cuando se espera que el agujero sea relativamente más pequeño.

BOTOX, ¿UN ALIADO CONTRA LA MIGRAÑA?

El famoso tratamiento antiarrugas puede convertirse en un poderoso fármaco para combatir la enfermedad de Parkinson, la parálisis cerebral y ahora también la migraña crónica. Eso afirma un equipo de científicos del Consejo de Investigación Médica Británico que ha desarrollado un método para unir y reconstruir moléculas con el fin de refinar esta sustancia.

Además, se abre la posibilidad de desarrollar nuevas formas de toxina botulínica -botox- en su uso como analgésico.

“Ahora, asegura Bazbek Davletov, director del estudio, será posible producir medicamentos con Botox de forma más segura y económica, ya que se han reducido los efectos tóxicos que produce su utilización”.

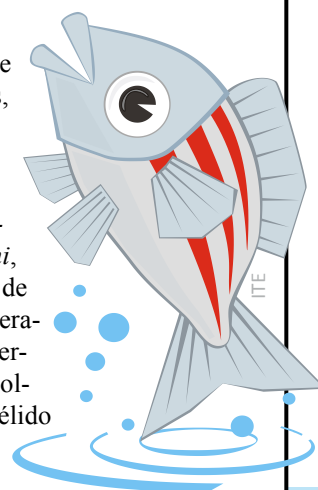
Ya en los últimos años se venía empleando como tratamiento por su capacidad para relajar músculos y nervios. Por ello se ha convertido en uno de los calmantes utilizados para enfermedades como el Parkinson y se sigue investigando en su aplicación para aliviar los dolores crónicos.

¿QUÉ IMPIDE QUE LOS PECES SE CONGELEN EN EL ÁRTICO?

Aunque la temperatura media de las aguas del Océano Antártico es de 1,8 grados bajo cero, los peces que allí viven pueden hacerlo sin verse afectados por la baja temperatura del medio. A pesar de que su sangre debería congelarse alrededor de los 0,9 grados bajo cero, hace medio siglo se descubrió la presencia de proteínas anticongelantes en el organismo de estas especies. Sin embargo, nunca quedó claro cómo actuaban éstas.

El equipo de la profesora Marina Havenith de la Universidad de Ruhr en Bochum (Alemania) ha usado la técnica espectroscópica para aclarar las dudas sobre este mecanismo vital con la observación del movimiento colectivo de las moléculas de agua y de las proteínas.

A través de este método la investigación ha concluido que las moléculas de agua se mueven de una forma más ordenada. Todo ello gracias a la existencia de estas proteínas, como las glicoproteínas, presentes en el pez *dissostichus mawsoni*, con un radio de acción considerable, que le permiten desenvolverse en este gélido hábitat.



TAN RESISTENTE COMO UN LADRILLO DE LANA...

Aunque a priori pueda resultar sorprendente, lo cierto es que la lana de oveja se ha convertido en el mejor aliado contra la contaminación en el proceso de fabricación de ladrillos.

Investigadores de las Escuelas de Arquitectura de las Universidades de Sevilla y de Strathclyde en Glasgow han añadido fibras de lana al material arcilloso que hasta ahora se venía utilizando para su producción. Además, se ha añadido alginato, un polímero procedente de las algas marinas. El resultado es un 37 por



ciento más de resistencia frente a otros ladrillos como los de tierra estabilizada.

El estudio, publicado en la revista *Construction and Building Materials* ha demostrado un mayor aguante de este tipo de fibras a las fisuras y a las deformaciones por contracción, así como, una reducción del tiempo de secado y un aumento de la capacidad de flexión.

Desde el punto de vista ecológico, el nuevo ladrillo con compuestos de lana y algas supone una reducción considerable de los efectos contaminantes al no precisar de cocción, como sucede en el caso de la arcilla.

'LOS HEREDEROS DEL ARCA', GANADORA DEL CERTAMEN UNICAJA DE CINE CIENTÍFICO



El Convento de Santo Domingo de Ronda acogió la gala de entrega de premios del XXVI Certamen Unicaja de Cine en la que se dieron a conocer los ganadores de esta edición. Tras una semana en la que este municipio malagueño se ha convertido en la capital internacional del cine científico, el acto, presentado por dos alumnos de la Universidad de Málaga, puso el broche de oro al festival.

El jurado, que tuvo que decidir entre las 16 cintas seleccionadas de 180 para la sección oficial, otorgó el premio dotado de 6.000 euros a la mejor película a *'Los herederos del arca: Planeta global'* de Fernando González Sitges. La cinta, una breve incursión en lo que puede deparnos el futuro en el plano ecológico, fue galardonada por su valor divulgativo en la transmisión del concepto global de los ecosistemas. Premio que Sitges valoró como recompensa al "gran esfuerzo que requiere la grabación de una pieza documental de estas características", para lo que tuvieron que rodar durante varios meses en el continente africano.

LAS MARIPOSAS MONARCA CURAN A SUS CRÍAS

La naturaleza es sabia. Eso es lo que debió pensar el equipo de biólogos de la Universidad Emory y de la Universidad de Michigan al descubrir cómo las mariposas monarca usan plantas medicinales para curar a sus crías. Comprobaron, como explica el biólogo Jaap de Roode, que las mariposas hembra infectadas prefieren poner sus huevos sobre plantas que harán que sus crías estén menos enfermas. Incluso algunas especies de asclepias, plantas que sirven de comida para las larvas, reducen las infecciones en estos lepidópteros.

De hecho, según señala el ecólogo Mark Hunter, el estudio podría darnos la clave acerca de cuáles de los compuestos valdría la pena investigar por su potencial medicinal para los seres humanos.



ITE- Ministerio de Educación

HOMBRES Y MUJERES NO SUDAN IGUAL

Cuando se trata de sudar a los hombres no hay quien los gane. Eso defienden los responsables de un estudio de las Universidades de Osaka y de Kobe tras examinar la sudoración de ellos y ellas a diferentes intensidades de ejercicio.

Como conclusión se ha comprobado que los hombres son más eficaces sudando, mientras que las mujeres necesitan de una mayor actividad física para comenzar

a sudar. Según el doctor Inoue, coordinador del proyecto, "parece que las mujeres están en desventaja cuando necesitan sudar mucho durante el ejercicio".

Estos resultados podrían deberse a una adaptación del organismo ante la menor cantidad de fluido corporal del que disponen las féminas, y en el caso de los hombres, a la mejora de la eficacia en situaciones de acción o de trabajo intenso.



DORMIR POCO IMPIDE BAJAR DE PESO

Al contrario de lo que pueda parecer, el secreto para perder peso no está únicamente relacionado con el deporte y con la dieta, el sueño también es un requisito muy importante. En la Universidad de Chicago (Estados Unidos) han llevado a cabo un trabajo de investigación para asociar cuánto duerme un individuo y cuánto peso baja durante un proceso de dieta.

El estudio se realizó con 10 personas de entre 35 y 49 años, sedentarios y con sobrepeso, a los que controlaron la dieta, el sueño y el ejercicio diarios. Cada participante fue estudiado en dos fases: una en la que sólo dormían durante cinco horas y media durante 14 noches y otra en la que pudieron dormir has-

ta ocho horas y media. Finalmente, los expertos comprobaron que los sujetos habían perdido tres kilos en cada sesión de 14 días, con independencia de lo que habían dormido.

La diferencia radica básicamente en que a más horas de sueño más grasa se pierde, mientras que a menos descanso más masa muscular desaparece, observándose valores que diferían en ocasiones en más de un 55 por ciento. De hecho, los niveles de la hormona ghrelina (la encargada de alertar al cerebro de la sensación de hambre y potenciadora de la retención de grasas) fueron notablemente superiores tras la fase en la que los voluntarios durmieron menos.

LOS PECES MACHOS LAS PREFIEREN GRANDES

Aunque se sabía mucho acerca de las características masculinas que influyen en la selección sexual de los peces, en el caso de las hembras no se disponía de tanto conocimiento.

Ahora, una investigación realizada por la Universidad de Bonn (Alemania) ha desvelado uno de los factores que valoran los peces masculinos a la hora de elegir pareja. En concreto, se ha detectado que “ellos” prefieren hembras con aletas pélvicas grandes. Incluso, “ellas” han aprendido a explotar dicha característica agitando estas aletas dentro del cortejo.



ITE - Ministerio de Educación

Además, esta condición beneficiaría a los machos, ya que las dimensiones de esta aleta están directamente relacionadas con la salud de la hembra y, por tanto, de la próxima generación.

EL AUMENTO DE LOS INCENDIOS AMENAZA EL ECOSISTEMA MEDITERRÁNEO



El fuego se ha postulado como la gran amenaza para la biodiversidad de buena parte de nuestro territorio. Esta es la conclusión que ha obtenido un equipo internacional de científicos en el que ha participado el CSIC y que ha medido los cambios actuales en el régimen de incendios forestales de la cuenca del Mediterráneo.

El trabajo ha permitido detectar cambios en la estructura, la composición y la diversidad de los hongos ectomicorrícicos, claves en la regeneración de bosques y de otras comunidades vegetales tras una perturbación.

Las investigaciones se han centrado en el desarrollo de hongos en condiciones controladas de luz y temperatura en el pino y el alcornoque. Los datos han descrito un comportamiento distinto según el tipo de hongo y la frecuencia de los incendios, lo que pone de manifiesto la necesidad de plantear planes de restauración basados en la combinación en especies con características complementarias.

LA DIETA DEL PADRE, CLAVE EN LA SALUD DE LOS HIJOS

No sólo los factores genéticos influyen de padres a hijos, hábitos como la alimentación diaria son, para un grupo de investigadores de la Universidad de Nueva Gales (Australia), determinantes a la hora de prever las posibles enfermedades que podrán padecer los futuros retoños.

Es la llamada herencia fenotípica, aquella que reúne los factores a heredar por la descendencia de un individuo. En este caso, los científicos utilizaron ratas macho a las que alimentaron con una dieta rica en

grasas para que engordaran y comenzaran a desarrollar intolerancia a la glucosa. El resultado demostró que estos problemas de salud unidos al sobrepeso se transmitieron a las crías, aún con hembras que gozaban de un buen estado físico y que eran alimentadas con una dieta equilibrada.

Esta investigación pone de manifiesto que la alimentación tanto de la madre como del padre, son cruciales a la hora de asegurar la buena salud de la futura descendencia.





Edificio de Bioinnovación

> Texto: **Javier Sánchez Relinque** - Foto: **Aurora Álvarez Narváez** / *Uciencia*

La naturaleza esconde secretos aún por descifrar y que, de seguro, mejorarán nuestra calidad de vida. Para ello las investigaciones se suceden en campos como la tecnología, la medicina o la agricultura con el objetivo de aprovechar al máximo las posibilidades que nos ofrece la biología.

Desde 2008 la Universidad de Málaga cuenta con el edificio de Bioinnovación. Situado en el Parque Tecnológico de Andalucía (PTA), su espacio está destinado a labores de investigación en materias como la biotecnología, la biomedicina, la biocomputación, la bioingeniería o la nanotecnología, además de alojar la Plataforma Andaluza de Bioinformática y el Centro de Supercomputación de la institución malagueña. En este sentido, la UMA

Grupos y empresas hacen ya uso de tres de sus laboratorios equipados con los más modernos avances en genómica y proteómica

se sitúa como uno de los principales nodos de la Red Española de Supercomputación y entre los 500 más potentes del planeta. 'Pablo' y 'Picasso', equipos con 512 y 128 procesadores respectivamente, prestan servicio tanto a los proyectos nacionales -en el caso de Pablo- como a los cálculos requeridos en las investigaciones de la propia UMA.

La investigación del siglo XXI insiste en unir las ciencias naturales con la tecnología y la informática. Así, la biotecnología ha cobrado en los últimos años una especial importancia en áreas como la agricultura, la farmacología, la ciencia de los alimentos, el medio ambiente y la medicina en general. Por ello, el módulo de Biotecnología, alojado

también en el edificio, da cabida a grupos de investigación y empresas biotecnológicas, que hacen uso de tres laboratorios especializados equipados con los más modernos avances en genómica y proteómica.



El proyecto BIO-TT de la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) está encaminado a fortalecer la presencia y la competitividad y proyección de la I+D+i desarrollada en la UMA en el campo de la Bioinnovación. Con esa intención las líneas de actuación además tienen por objetivo identificar y proteger todo resultado de investigación que sea potencialmente explotable o transferible al sector empresarial y con éste al resto de la sociedad. En esta misión las labores

+Info: www.scbi.uma.es
c/ Severo Ochoa, 34 PTA (Campanillas, Málaga)



El edificio de Bioinnovación de la UMA, situado en el privilegiado entorno empresarial del Parque Tecnológico, rodeado de zonas verdes, aloja numerosas spin-offs, entre las que se encuentran *Brain Dynamics* (arriba a la izquierda) o *Pharma Discovery Biotech*.

El proyecto BIO-TT está destinado a fortalecer la presencia, la competitividad y proyección de la I+D+i de la Universidad de Málaga

de asesoramiento, marketing, promoción y difusión de los resultados científicos se hacen indispensables para el éxito de cada investigación. Todo ello ha favorecido la creación de empresas de base tecnológica en el seno de la UMA con el consiguiente apoyo de recursos y espacio que en el propio edificio de Bioinnovación se les brinda.

La actividad de los grupos en este área se ha consolidado en la Universidad de Málaga en los últimos años. Hasta la fecha se han creado una decena de spin-offs y se han propuesto 60 solicitudes de patente relacionadas con este campo. De hecho, actualmente son 12 los grupos que ya utilizan la infraestructura investigadora e informática del edificio, a la que se irán sumando otros de forma progresiva en los próximos meses. Estos datos colocan a la UMA en primera línea del ámbito universitario español, en lo que ha contribuido de forma decisiva la localización de este centro en el PTA, impulsor de la innovación y de la propia relación universidad-empresa. ●

Supercomputación

El edificio de Bioinnovación alberga un nodo del Centro Nacional de Supercomputación, además de ser la sede de la Plataforma Andaluza de Genómica y Proteómica y uno de los cinco enlaces del Instituto Nacional de Biotecnología. Esto no sería posible sin la moderna tecnología que implementan 'Pablo' y 'Picasso', dos superordenadores preparados para los proyectos y cálculos más exigentes.

Su utilización se gestiona a través del propio sistema, que seleccionará a los usuarios en función de sus necesidades, distribuyendo el acceso y la po-

tencia de forma automática. Con dicha infraestructura informática las posibilidades aumentan exponencialmente cuando se trata de transferir conocimiento, de trabajar en biocomputación o de realizar simulaciones moleculares con software altamente especializado. Estas aplicaciones, valoradas en más de un millón de euros, cubren áreas como la genómica, el estudio de materiales o incluso el análisis lingüístico, sólo una muestra de la capacidad de estos dos superordenadores. Ambos sitúan a la UMA en la vanguardia de la computación nacional.



Primer plano de uno de los superordenadores alojados en el edificio de Bioinnovación.

Conservación de la Biodiversidad: estrategias y financiación

> Yamina Seamari - Sofia Trapero Muñoz / *Técnicos Especialistas en Biotecnología y TIC (OTRI)*

La conservación y gestión de la biodiversidad constituyen un objeto clave en las distintas instituciones políticas a nivel mundial, es por ello que todas ellas han creado directrices y medidas para su preservación y protección.

En el ámbito internacional, la referencia básica en estrategias para conservación de la biodiversidad es el Convenio sobre la Diversidad Biológica aprobado en la Conferencia de las Naciones Unidas de Medio Ambiente y Desarrollo celebrada en Río de Janeiro en 1992, y ratificado por España en 1993. Los Estados firmantes adquirieron el compromiso de trasladar los objetivos principales a su política interior, como son la conservación de la diversidad biológica y el desarrollo sostenible.

El Convenio sobre Diversidad Biológica de 1992 es la referencia internacional sobre conservación de la biodiversidad



Posteriormente, en el año 2002, se celebró en Johannesburgo la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible (Río+10) donde se acordó como objetivo prioritario la detención de pérdida de biodiversidad en todo el mundo antes de este año. En base a este objetivo, la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró 2010 como el Año Internacional de la Diversidad Biológica con el fin de difundir, informar y promover la protección de la diversidad biológica, y así alentar a las organizaciones, instituciones, empresas y público en general a asumir medidas directas para reducir la pérdida de la diversidad biológica global.

Por su parte, la Unión Europea ya desde 2001 intensificó los esfuerzos para abordar el problema, lo que condujo en el año 2006 a la aprobación por parte de la

Comisión Europea de un Plan de Acción específico sobre Biodiversidad.

En España se formula la Estrategia Española para la Conservación y el Uso Sostenible de la Diversidad Biológica en 1999. Al igual que la Comisión Europea, el plan contempla la organización de las medidas sobre diversidad biológica en acciones sectoriales que deben desarrollarse bajo unas orientaciones y directrices comunes a todos ellos.



En el caso autonómico, la planificación ambiental de la comunidad lo representa el Plan de Medio Ambiente de Andalucía 2004-2010 con la 'Sostenibilidad del Medio Natural' como protagonista, ya que cuenta incluso con un propio programa de Gestión de la Diversidad Biológica y la Geodiversidad.

Instrumentos actuales

> Ámbito Autonómico

Andalucía por su localización geográfica, su orografía y diversidad climática, posee una riqueza en especies, hábitats y ecosistemas de gran importancia en el contexto europeo. Esto la convierte en uno de los 20 puntos más relevantes de biodiversidad del planeta. De ahí nace la gran importancia de establecer unas líneas estratégicas y unas medidas que consigan establecer la preservación de los hábitats y ecosistemas de interés existentes en nuestra comunidad autónoma.

En el ámbito de sus competencias y a través de la Consejería de Medio Ambien-

te, la Junta de Andalucía viene desarrollando desde hace más de dos décadas una extensa labor de gestión del medio natural y de la biodiversidad (<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/>



La Consejería de Medio Ambiente ha concedido 2,8 millones de euros para los 24 parques naturales de Andalucía

web/). En este mismo año, la Consejería de Medio Ambiente ha concedido 2,8 millones de euros en subvenciones, todas ellas destinadas a fomentar el desarrollo sostenible en los 24 parques naturales de Andalucía. Las nuevas ayudas que se convocan anualmente promoverán un total de 107 proyectos y movilizarán en su conjunto una inversión de 3,7 millones de euros. De hecho, en los próximos cuatro

años se tiene previsto destinar cerca de 20 millones de euros para financiar iniciativas y distintos proyectos encaminados a promover el desarrollo socioeconómico y la conservación de su patrimonio natural de los entornos protegidos.

Todas estas acciones están recogidas en la “Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Biodiversidad”, destinada a frenar la pérdida de biodiversidad en Andalucía. Asimismo, se ha puesto en marcha Andalucía Natural +20 (AN+20), que establece un plan de acción para alcanzar la meta del 2020 fijada por la UE.

> Ámbito Nacional

A nivel nacional también existen programas de ayuda para los proyectos medioambientales. Este tipo de ayudas son coordinadas y gestionadas por el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (<http://www.marm.es/>) junto a organismos como la Fundación Biodiversidad o el Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) que, al igual que a nivel autonómico, suelen estar co-financiadas por Fondos Europeos como los FEDER.

El CDTI gestiona parte de los proyectos de medio ambiente dentro del Plan Nacional de I+D+i 2008-2011. Por su parte, la Fundación Biodiversidad (<http://www.fundacion-biodiversidad.es/>), desde sus inicios en 1998, contribuye a la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad. Su trabajo ha ido evolucionando con el tiempo, adaptándose a las exigencias de los retos emergentes y a la agenda de la política internacional. Concretamente, en el año 2008, con la creación del nuevo Ministerio, la Fundación creó nuevos proyec-

La Fundación Biodiversidad subvenciona programas como ‘Emplea Verde’ o premios como LIFE+ para la protección de la naturaleza



tos para participar y avanzar en la sostenibilidad de nuestro modelo de desarrollo.

Dentro de los proyectos más innovadores de la Fundación Biodiversidad han surgido programas de subvención para la creación de empleo con beneficios para el medio ambiente, “Emplea Verde”, o la creación de concursos, como es el caso de los premios LIFE+ “Capitales Europeas de la Biodiversidad”. Este galardón se deriva del proyecto del mismo nombre y se basa en la promoción de la protección de la naturaleza y de la biodiversidad en áreas urbanas.

> Ámbito Europeo

Actualmente, las ayudas europeas son las más generosas con los proyectos medioambientales, tanto por el alcance que tienen como por las dotaciones de fondos económicos que proveen.

Cabe destacar las ayudas del Séptimo Programa Marco (7PM) de Investigación y Desarrollo Tecnológico (2007-2013), concretamente dentro del programa Cooperación se subvencionan proyectos relacionados con medio ambiente, cuyo objetivo es gestionar tanto el entorno natural como el generado por el hombre y sus recursos. Se trata de proyectos de Investigación y Desarrollo con temática medioambiental ejecutados en cooperación internacional en los que participan al

menos tres entidades de países miembros diferentes y no vinculadas entre sí. Este programa abre anualmente nuevas convocatorias con actividades y prioridades temáticas muy concretas.

Dentro del 7PM, el programa ‘Cooperación’ cuenta con 2.000 millones de euros para proyectos sobre el medio ambiente y su gestión

El principal instrumento financiero del 7PM para el medio ambiente lo constituye el programa LIFE + con un presupuesto total de 2.000 millones de euros destinado a la aplicación de la política y la legislación comunitaria de medio ambiente y la promoción del desarrollo sostenible en la UE.

LIFE+ diferencia tres componentes temáticos para los proyectos subvencionables. Estos son “Naturaleza y Biodiversidad LIFE+”, para proyectos cuyo objetivo principal sea proteger los sistemas naturales y, en particular, la diversidad de recursos genéticos; “Política y Gobernanzas Medioambientales LIFE+”, para poner en práctica, actualizar y desarrollar las diversas políticas y legislaciones medioambientales comunitarias, y el tema “Información y comunicación LIFE+”, cuyo objetivo principal es divulgar, informar y fomentar la sensibilización en torno a los temas medioambientales. ●

La titularidad de las patentes universitarias

El caso Gatorade

> **Carlos Vargas Vasserot** / Profesor de Derecho Mercantil - Director OTRI de la Universidad de Almería

Gatorade, la bebida isotónica más vendida en el mundo, nació en 1965 cuando el entrenador del equipo de fútbol americano de la Universidad de Florida (*Florida Gators*) le preguntó a un reconocido investigador de dicha Universidad (Dr. R. Cade), por qué sus jugadores perdían tanto peso en los partidos y apenas orinaban después. El equipo de médicos y químicos, liderado por el profesor Cade, demostró que cuando los jugadores sudaban se producían trastornos en el equilibrio químico del cuerpo (pérdida de electrolitos, sodio, cloruro y potasio) e ideó una bebida que los compensase.

La bebida pronto empezó a ser conocida, especialmente cuando el equipo ganó en 1967 por primera vez en su historia el campeonato nacional de fútbol americano universitario. Ese mismo año, uno de los colaboradores del Dr. Cade obtuvo un trabajo en la Univesidad de Indiana y allí contactó con uno de los responsables de



la Indianapolis-based Stokely-Van Camp Co. que, interesada en patentar y comercializar el producto, garantizó los dere-

chos de Cade y sus compañeros como inventores a cambio de unas importantes regalías. Como era lógico, sobre todo ante el tremendo éxito comercial que la bebida empezó a tener en todo EE.UU., la Universidad de Florida inició una serie de acciones judiciales contra la compañía y contra sus investigadores. Dicha controversia duró cinco años, hasta que se llegó un acuerdo entre ambas partes, conocido como *the Gatorade Trust*, por el que se reconocían los derechos económicos de cada uno por los ingresos de explotación de la patente. Desde entonces la Univesidad de Florida ha recibido más de cien millones de dólares por los derechos de Gatorade.

Pues bien, de cualquiera de nuestras universidades puede salir un Gatorade y no podemos permitir ni que una mala gestión de la propiedad industrial por parte de éstas, ni la firma de contratos de



Wikimedia Commons

Desde que se acordó su explotación, la Universidad de Florida ha obtenido más de cien millones de dólares por derechos de esta bebida

investigación en los que se ceda, sin más, a la empresa contratante el cien por cien de los derechos que se puedan generar, signifique una pérdida de ese patrimonio intangible con un importante valor potencial. El control de estos aspectos nos parece fundamental, máxime cuando la mayor parte de la investigación realizada en España se hace con fondos públicos. Más aún, cuando para su desarrollo se utilizan laboratorios, despachos, instrumentales, maquinaria, bibliografía, pruebas de concepto, y se han aprovechado proyectos de investigación, becas de formación y un largo etcétera de recursos públicos.

Cabe recordar que la Ley 11/1986 de Patentes de Invención y Modelos de Utilidad (en adelante LP), parte de un reconocimiento general de que el derecho a patentar pertenece al inventor, pero ese derecho decae cuando el invento se realiza en un contexto laboral. En caso de



invenciones universitarias, la LP declara expresamente que “corresponde a la universidad la titularidad de las invenciones realizadas por el profesor como consecuencia de su función de investigación en la universidad y que pertenezcan al ám-



bito de sus funciones docentes e investigadoras” (art.20.2). Esta titularidad de la universidad suele ser ratificada por los estatutos universitarios, que a su vez suelen reconocer que un importante porcentaje de los beneficios que ingrese la universidad por explotación de la patente (a veces llega hasta el 50 por ciento) vaya directamente al investigador-inventor. La LP establece que toda invención debe ser notificada inmediatamente a la institución académica por el profesor autor de la misma (art.20.3). El incumplimiento de esta obligación llevará consigo la pérdida de los derechos económicos (art.18.1), sin perjuicio de otras sanciones administrativas que puedan incurrir por incumplimiento de sus obligaciones como profesores e investigadores de dicha institución.

Un aspecto muy importante a tener en cuenta, y que no se debe descuidar, es la redacción de las cláusulas de propiedad industrial en los contratos de investigación y en los proyectos colaborativos. De

nuevo debemos recordar que, en la generación de esos resultados, normalmente se ha invertido dinero público y que las empresas no suelen cubrir el coste total de la investigación (no operan a costes totales, ya que no cubren los costes indirectos u *overhead*). Los centros de investigación deben tener claro los procesos de gestión de los derechos de propiedad industrial e intelectual, y contar con modelos de contratos que, dentro de la flexibilidad que debe primar en las negociaciones contractuales, velen por la salvaguarda de los intereses generales de la institución y de la sociedad. En estos temas confluyen con toda su fuerza cuestiones de Derecho de la Competencia, ayudas de Estado, y la posible vulneración de normas de competencia desleal. ●

Según la Ley de Patentes, la titularidad de las invenciones realizadas en el ámbito universitario corresponde a la institución



Camada de linces ibéricos. / Foto: Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

BIODIVERSIDAD

La diversidad biológica es un patrimonio más de la humanidad y su buen uso está conectado con la supervivencia del ser humano. El impulso de las políticas de medio ambiente son un indicativo del mayor compromiso que tanto Europa como España mantienen por conservar nuestros espacios naturales.

> Alejandro Iglesias Campos

Centro Temático Europeo de Información y Análisis Espacial de la Agencia Europea de Medio Ambiente

La diversidad biológica o biodiversidad representa la variedad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos los ecosistemas terrestres y marinos, otros ecosistemas acuáticos y complejos ecológicos de los que forman parte, comprendiendo la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y entre los mismos ecosistemas.

La biodiversidad forma parte del patrimonio natural y cultural de la humanidad. La conservación de esta diversidad biológica y su utilización como recurso, además de tener un carácter ético y moral, garantiza la supervivencia para el propio ser humano, en la medida en que

seguimos dependiendo de los productos y servicios que extraemos de los recursos vivos, como materias primas, medicinas, fuerza de trabajo, alimentos, etc.

En el año 2002, los gobiernos del mundo se propusieron reducir la tasa de pérdida de biodiversidad para 2010, declarándose éste como el Año Internacional de la Diversidad Biológica. Su principal

El Centro Temático Europeo de Información y Análisis Espacial es un consorcio de instituciones europeas liderado por la Universidad de Málaga.

objetivo es dar a conocer la importancia de la biodiversidad para el mantenimiento de la vida en todos sus aspectos y crear debates que favorezcan el desarrollo de acciones y políticas que la protejan a nivel mundial.

En la misma línea, los Estados miembros de la Unión Europea (UE) fueron un paso adelante y se comprometieron a parar la pérdida completa de biodiversidad para este mismo año. Sin embargo, diversos informes de la Agencia Europea de Medio Ambiente muestran que, a pesar de los progresos realizados en algunas zonas, el compromiso de la UE está lejos de conseguirse, principalmente, porque la



Doñana es un espacio natural protegido que cuenta con más de cien mil hectáreas y está considerado la mayor reserva ecológica de Europa.
Foto: Aurora Álvarez Narváez.

pérdida de biodiversidad sigue incrementándose.

La degradación continua está convirtiendo el valor natural en un elemento de lujo. Preservar especies debe ser uno de los objetivos deseados por todos, ya que su pérdida puede acarrear trágicas consecuencias. A pesar de ello, a veces parece que asumimos el alto coste de la pérdida de biodiversidad, con el fin de justificar la creación de empleo o el supuesto incremento de la calidad de vida entre otros.

Durante los últimos 30 años, la UE ha creado, en un intento de proteger nuestra biodiversidad, una red de más de 25.000

áreas protegidas en todos sus Estados miembros. Las cifras son significativas, ya que el espacio protegido en toda Europa es similar al de diez veces el territorio de Andalucía, o lo que es lo mismo, un 17 por ciento del territorio europeo protegido. Este vasto complejo de áreas protegidas, conocidas como Natura 2000, es la mayor red de espacios protegidos del mundo. En el caso de Andalucía, contamos con 156 espacios naturales de este tipo, lo que supone el 20 por ciento del territorio andaluz protegido y del orden del 30 por ciento del total de la superficie protegida de España. Asimismo, existen en nuestra Comunidad 195 lugares de importancia comunitaria y 63 zonas de es-

El espacio protegido de toda Europa es similar al de diez veces el territorio andaluz, un 17% del total de la Unión Europea

pecial protección para las aves como las áreas protegidas Natura 2000.

En los últimos años, la legislación sobre emisiones atmosféricas, la calidad de las aguas y el tratamiento de las aguas urbanas e industriales han cosechado resultados positivos, lo que ha beneficiado a la biodiversidad. La lluvia ácida por ejemplo, la cual ha devastado (*sigue en p.19*)



Foto: Aurora Álvarez Narváez



Sobre la Red de Información Ambiental de Andalucía y el Subsistema de Biodiversidad

La Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM), amparada por la Ley de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (GICA), tiene como objeto la integración de toda la información sobre el medio ambiente andaluz generada por toda clase de centros productores de este tipo de contenidos.

Desde 1984, la Administración Ambiental de la Junta ha desarrollado un trabajo relativo a la recolección, coordinación y puesta en coherencia de la información sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales de Andalucía. Este programa, denominado SinambA (Sistema de información geográfica-ambiental de Andalucía), es el antecedente de la REDIAM y se convierte en su núcleo tecnológico normalizado en cuanto a bases de referencia, metadatos y estructuración.

REDIAM aspira a garantizar el acceso a la información ambiental en Andalucía utilizando las más modernas tecnologías de comunicación

El nuevo reto planteado por la Ley 27/2006 sobre derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de Medio Ambiente, recoge las orientaciones de la Directiva 2003/4/CE y la Directiva 2003/35/CE, así como las de su precedente: el Convenio de Aarhus. El canal web REDIAM es un proyecto pionero que aspira a garantizar el derecho de acceso a la

información ambiental en Andalucía, utilizando las más modernas tecnologías de la información y la comunicación.

Uno de sus subsistemas de información es el Subsistema de Biodiversidad, cuyo objetivo es poner a disposición de la ciudadanía el conjunto de la información normalizada sobre la biodiversidad en la región. Para ello ofrece los datos disponibles para análisis además de elaboraciones técnicas sobre el estado de los recursos naturales, las presiones a las que son sometidos por la actividad antrópica y las regulaciones que, como respuesta, pretenden establecer un marco de sostenibilidad ambiental.

+Info: Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM)
www.juntadeandalucia.es/medioambiente/rediam

* Fuente: Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.



El morito común (*Plegadis falcinellus*) ha estado casi extinguido en las marismas del Parque Nacional de Doñana, pero desde 1996 ha vuelto a nidificar y cada año lo hace en mayor número. Foto: Aurora Álvarez Narváez. Abajo, en el centro, un gamo en Doñana. Foto: Alejandro Iglesias Campos.

durante muchas décadas los bosques del norte de Europa, ha dejado de ser un asunto mayor. La agricultura, especialmente en regiones como Andalucía, ha ido integrándose de forma sostenible en el paisaje, aunque queda mucho por hacer. Pero aún siguen existiendo problemáticas importantes que tenemos que asumir como región mediterránea, entre las que destacan la erosión y los procesos de desertificación, así como la constante amenaza de los incendios forestales en época estival.

A pesar de los avances en la protección del medio, la biodiversidad continúa reduciéndose a todas las escalas. Un claro ejemplo a nivel mundial es el del consumo de pescado; más de mil millones de personas dependen de la pesca como principal fuente de alimento y de vida. Sin embargo, más de la mitad de los bancos de pesca han sido esquilados. El comercio colapsará, según los expertos, a partir de 2050 si tenemos en cuenta la tendencia irreversible del consumo exponencial.

Otro caso que atañe al medio terrestre es el de los bosques tropicales. Son destruidos con la excusa de cultivar cereales para biocombustibles o la cría de ganado entre otros usos. En definitiva, acciones

que no están teniendo en cuenta el valor de los servicios de ecosistemas que proveen este tipo bosques para la humanidad.

En relación a nuestro entorno más cercano, la situación geográfica de España, y concretamente de Andalucía, nos convierten en una de las regiones europeas con mayor diversidad biológica. Por



ello uno de nuestros principales objetivos debe ser el de gestionar y proteger la biodiversidad andaluza para asegurar así la herencia que dejaremos a nuestros hijos.

La Consejería de Medio Ambiente ya ha publicado el primer borrador de la Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Biodiversidad

En este sentido, la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía a través de su página web ha puesto a disposición de todos los ciudadanos, el primer borrador de la Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Biodiversidad. Este proceso participativo pretende animar a todos los andaluces a aportar comentarios y nuevas propuestas que hagan de este documento borrador una Estrategia de todos para proteger la riqueza de especies.

Entre sus objetivos más importantes destacan la implementación de un marco instrumental adecuado para frenar la pérdida de biodiversidad en Andalucía, el desarrollo de instrumentos que faciliten una gestión proactiva y adaptativa al escenario actual de cambio global, y dar impulso a un modelo de desarrollo sostenible que consolide la puesta en valor de la biodiversidad. A esta lista se suman otros objetivos prioritarios relacionados con la investigación, el conocimiento y la promoción de los valores de la diversidad biológica en nuestra Comunidad.

>>

Aún siguen existiendo problemáticas importantes que tenemos que asumir en la región mediterránea, como la erosión, los procesos de desertificación o los incendios

Parques naturales de la provincia de Málaga

La provincia de Málaga cuenta con numerosos espacios protegidos que además destacan por su relevancia territorial e importante diversidad biológica:

> Laguna de Fuente de Piedra

Posee un gran vaso lagunar de origen endorreico (sin salida al mar) de aproximadamente 1.400 hectáreas donde habita, entre otras aves, el flamenco, que cría cuando el nivel de agua de la laguna es suficiente.



rjime31 (Wikimedia Commons)

> Paraje Natural Torcal de Antequera

También es conocido por su fauna, representada en este caso por la cabra montés, pero ante todo destaca por sus formaciones kársticas, únicas en la Península Ibérica por la disposición de las rocas en forma de monedas apiladas.



Jakub Botwicz (Wikimedia Commons)

> Parque Natural Montes de Málaga

Representa el nexo de unión entre la ciudad de Málaga y la sierra malagueña. Su paisaje actual es resultado de la transformación llevada a cabo por el hombre, relacionada con el cultivo de la vid y el aprovechamiento forestal del pino.



José Sánchez Rodríguez y Rafael Palomo López

> Parques Naturales Los Alcornocales y Sierra de Grazalema

Representan un ecosistema mediterráneo de altitud media, donde el paisaje se caracteriza por una vegetación muy bien conservada. En Los Alcornocales destaca el entorno del antiguo poblado de La Saucedá, uno de los puntos de mayor pluviosidad de la península. La Sierra de Grazalema, por su parte, presenta un importante sistema de cavidades, entre las cuales destaca la Cueva de la Pileta.



Aurora Álvarez Narváez

> Parque Natural Sierra de las Nieves

Cercanos a estos últimos, se sitúa el espacio protegido de enorme belleza y con grandes valores ecológicos como sus bosques de pinsapos. Además de la inigualable belleza de Ronda, otros pueblos del ámbito de la Sierra de las Nieves resultan de gran singularidad como, por ejemplo, El Burgo, Tolox y Yunquera.



Miguel Ángel Neira Chozas

> Sierras de Tejeda, Alhama y Almijara

Constituyen un impresionante macizo montañoso situado como barrera geográfica entre las provincias de Málaga y Granada. Este Parque Natural se articula como telón de fondo de la Axarquía malagueña y sus pueblos.



José Sánchez Rodríguez y Rafael Palomo López

Para organizar tu propia visita y obtener información adicional, te recomendamos visitar la página web para los visitantes de los Espacios Naturales de Andalucía:

www.juntadeandalucia.es/medioambiente

* Fuente: Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

**TODOS LOS JUEVES
GRATIS**

Pantalla

SEMANTAL



CINE, TV, TECH&PLAY, PASATIEMPOS
Y TODA LA PROGRAMACIÓN DE LA TDT
CON

SUR



Odile Rodríguez de la Fuente

Directora de la Fundación Félix Rodríguez de la Fuente

“La naturaleza es como un castillo de naipes, tiene mucha fortaleza, pero si quitas una carta se viene todo abajo”

La hija del famoso divulgador y naturalista dirige hoy la Fundación Félix Rodríguez de la Fuente. En ella, Odile continúa el compromiso con la biodiversidad y el medio ambiente que ya en los 70 su padre transmitió a través de la televisión y su serie documental ‘El hombre y la tierra’.

Texto: Rosario Moreno-Torres Sánchez - Javier Sánchez Relinque / Uciencia

> ¿Por qué necesitamos la biodiversidad?

La biodiversidad es vida y si hay vida en el planeta, incluyendo al propio ser humano como una especie más, es gracias a que existe biodiversidad. Sin biodiversidad, no existiría la vida.

> ¿Qué instrumentos cree idóneos para implicar a la sociedad en el cuidado de la biodiversidad?

Me parecen fundamentales los medios de comunicación y muy especialmente las nuevas tecnologías. Estos son la mejor forma para aportar conocimiento y sensibilizar a la sociedad sobre éste. Pienso que cuando la gente conoce las cosas las ama, y si es así, lucha por conservarlas.

> ¿Qué repercusión tienen las nuevas tecnologías en la conservación de la biodiversidad?

Enormes. De hecho mi padre predijo en los 70 que la humanidad pasaría por un nuevo estadio en su evolución hacia un hombre nuevo y plenamente consciente donde tendrían una gran relevancia las

nuevas tecnologías. Él no lo llamó Internet, pero sí aseguraba que llegaríamos a un momento en el que todas las grandes mentes del planeta podrían conectarse unas con otras de forma instantánea para compartir ese conocimiento.

Una gran mente formada por muchas visiones multidisciplinarias que ayudarían a fomentar una nueva conciencia sensible con la conservación de la naturaleza. Me parece que es absolutamente fundamental y que nos puede renovar la esperanza sobre un problema que parece magno.

> Esto nos pone en conexión con dos áreas muy de moda actualmente en la investigación científico-técnica: la realidad aumentada y la biomimética ¿qué puede aportar cada una?

La biomimética la considero un planteamiento de base que, aplicado a la tecnología, ahorra muchísimo tiempo de investigación y de creatividad a los investigadores. Tras millones de años de prueba y error, la naturaleza ya lo ha inventado todo. Es un organismo vivo enormemente

| Quién es...

Directora General de la Fundación Félix Rodríguez de la Fuente.

Licenciada en biología y en producción de cine y televisión.

Trabaja en National Geographic Television / IUCN desarrollando labores en investigación y producción de 1997 a 1999.

Entre 2006 y 2007, dirige la revista “Agenda Viva: Ciencia y Medio Ambiente en Madrid”.



Odile y su padre. / Archivo personal Fundación Félix Rodríguez de la Fuente.

“Tras millones de años de prueba y error, la naturaleza ya lo ha inventado todo. Es un organismo vivo enormemente refinado en el que todo se ha experimentado y todo existe”



Foto: Aurora Álvarez Narváez (Uciencia)

refinado, en el que todo ya se ha experimentado y todo existe. Por eso, el hecho de que el investigador pueda centrar su atención en cómo funciona la naturaleza para temas como la aerodinámica o la resistencia en materiales es genial. Tenemos mucho que aprender de cómo es sostenible la naturaleza.

Por otro lado, la realidad aumentada es muy interesante desde el punto de vista didáctico. Resulta muy sorprendente para contar historias con un simple trozo de papel, un pequeño diagrama y un móvil. En la Fundación, por ejemplo, trabajamos en un proyecto relacionado con el consumo que utiliza este tipo de tecnología. Nos parece que hay que fomentar el consumo consciente porque creemos que los consumidores deben ser conscientes de qué están comprando y saber si un producto tiene algún tipo de manipulación genética o si para su cultivo se han utilizado pesticidas.

“Queremos que el ganadero o el agricultor siga haciendo lo que hace pero de forma sostenible, ya que es también su propia producción la que está en peligro”

> ¿Trabajáis y colaboráis con investigadores?

Sí, de hecho estamos a punto de firmar un convenio con una universidad y en vías de firmar otros para poder ofrecer créditos a cambio de prácticas sobre el territorio.

Si la línea estratégica de la mayoría de nuestros proyectos se llama ‘El hombre y la tierra’ es porque para nosotros la figura del ser humano es básica en la conservación de la naturaleza. Es decir, contrariamente a la visión de la mayoría de las ONGs, no enfocamos nuestra misión a una especie en concreto.

> ¿Hacia qué esta enfocada vuestra misión?

Lo que defendemos es que la mayoría de las especies que tenemos en España están ligadas a paisajes antropógenos (paisajes gestionados por el hombre) porque la cuenca mediterránea lleva muchos siglos ocupada por los humanos y la naturaleza ha tenido que adaptarse al hombre. Para nosotros, el mensaje que incorpora la figura del hombre como custodio del territorio es mucho más adaptado a la realidad que otro que se limite a tratar a la especie alejada de su propia y compleja realidad.

Queremos que el ganadero o el agricultor siga haciendo lo que hace pero de forma sostenible. Que si ese paisaje se empobrece sea consciente de que la riqueza de esa vida y la de su propia producción está en peligro. Lo cierto es que estas personas suelen cuidar el entorno del que se alimentan y no deben ser vistas como enemigos de la naturaleza, sino todo lo contrario, como gestores de ese patrimonio ecológico en el que viven y trabajan. Tradicionalmente estas personas que desarrollan su vida en un medio rural saben que tienen que cuidar ese entorno del que se alimentan.

> ¿Cómo se consigue trasladar esa visión a agricultores, a ganaderos y a productores en definitiva?

Este es uno de los motivos por los que estamos planteando prácticas para que personas que están trabajando en ambientales, forestales o biológicas puedan colaborar con gente que trabaja en espacios naturales. De esta forma, unos aprenderán cómo funciona la explotación y el otro entenderá que puede existir una subsistencia económica y social apostando por la biodiversidad.

Además, dentro del proyecto RUNA (Rural Naturaleza), otro de nuestros fines

Web: Fundación Félix Rodríguez de la Fuente

La Fundación Félix Rodríguez de la Fuente, privada y de ámbito nacional, fue creada en 2004 por la familia de este naturalista, recordado con gran cariño en nuestro país, con el objetivo de salvaguardar su vida, obra y legado. Este año se cumplen 30 años del fallecimiento de Félix, aniversario

que se conmemora a través de distintas actividades de las que se informa en esta web.

A través de diferentes herramientas se muestran las novedades en los apartados de acción, en cada línea de actuación y en las principales redes sociales.

+ info: <http://www.felixrodriguezdelafuente.com>





es conseguir una alianza a nivel de investigación para que los científicos que quieran puedan trabajar en líneas de conocimiento relacionadas con el acervo cultural. Son tradiciones de práctica diaria que están sobre el medio pero que nunca se han probado científicamente.

> ¿Cómo se consigue esa armonía entre ‘el hombre y la tierra’?

Es muy difícil tener una foto fija de cómo va a ser ese futuro porque va a ser muy complicado, pero hay factores que son fundamentales. Ante todo tiene que haber una aproximación multidisciplinar con una visión económica, social, naturalista, arquitectónica, energética... Eso es fundamental.

Nosotros, una vez más, nos basamos en la biomimesis. Consideramos que todos los sistemas de la naturaleza se basan en procesos muy complejos donde cada capa de la naturaleza es autosuficiente. La naturaleza es como un castillo de naipes, tiene mucha fortaleza, pero si quitas una carta se viene todo abajo. Esto mismo ocurre con la energía que está centralizada; si falla el suministro energético de gas a ver qué hacemos.

Quizá el futuro pase por pequeñas comunidades rurales que produzcan sus propios alimentos y su propia energía como las células en un organismo que al final creen una comunidad más compleja.

“Cuando estás instalado en el poder ves la naturaleza como algo lejano e inagotable y que, si se acaba, ya habrá quien lo pague en la siguiente generación”



> Según las cifras de The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) se estima que los beneficios económicos de la biodiversidad son entre 10 y 100 veces superiores al de conservar los ecosistemas naturales. ¿Por qué los Gobiernos no acaban de apostar decididamente por su mantenimiento y conservación?

Por esa visión “cortoplacista”. Cuando las personas se van del entorno rural, viven de las ciudades. Parecen que están lejos de la realidad, de la cuenta de la vieja, pero si te cargas de lo que estás comiendo lo notas rápidamente.

Cuando estás instalado en el poder, la política y los bancos, donde todos son

números pero desde lejos, ves la naturaleza como algo lejano e inagotable y que, si se acaba, ya habrá quien lo pague en la siguiente generación. El flujo del dinero y de la energía tiene que cambiar o mucho me temo que la factura que tendremos que pagar en el futuro será enorme.

> Su padre fue decisivo en la formación de una conciencia de defensa medioambiental y conservacionista. ¿Cuáles son en la actualidad, y a su juicio, los aspectos más significativos del legado de su padre y de su lucha por la preservación de especies como el halcón peregrino o el lobo?

Cuando mi padre comienza a trabajar en los años 50 para hacernos una idea existía la Junta Española de Animales Dañinos, así que no había ninguna conciencia ecológica. Era más una visión desarrollista en la que cualquier cosa que fuera en contra de los intereses de hombres debía de ser exterminada. En esa realidad es cuando mi padre y otras personas alzan la voz. Consideran que todas las piezas son fundamentales para mantener el equilibrio de ese todo del que podemos sacar provecho. >>



“No he conocido a nadie que haya logrado lo que consiguió mi padre, ni siquiera un Cousteau o un Attenborough. Él solo cambió la conciencia ecológica de muchos en apenas 15 años”

Él, por su trayectoria vital, tuvo una relación muy cercana y especial con las aves de presa porque practicaba la cetrería, un arte que rescató de la Edad Media. A partir de aquí sintió un flechazo por el halcón y trabajó muy de cerca con la Administración para lograr que España fuera uno de los primeros países en legislar sobre este tipo de especies. Con el lobo pasaba lo mismo. En este caso logró que fuera una especie cinegética, con su periodo de veda, lo que le permitió y permite hoy día que no se extermine de forma indiscriminada.

> Ha habido preservación de especies como las citadas pero en España actualmente hay unas 2.200 especies endémicas, ¿todo es causa humana o puede responder también a la propia supervivencia animal, a los procesos de adaptación tal cual lo explica la teoría de la evolución?

Todos los factores están entrelazados pero cuando coges una realidad compleja y con un cierto equilibrio, y comienzas a trastocar, a introducir especies exóticas o a permitir la sobrepesca corres el riesgo de eliminar especies depredadoras de otras.

La propia tendencia de esa naturaleza es la de reencontrar otro equilibrio. Esa ruptura parece que no se da cuando se caza una especie en particular aunque, si te pones a indagar, resulta que de forma indirecta está afectando al curso de la biodiversidad.

> Otro aspecto destacado de la figura de su padre es su papel como precursor de lo que actualmente se conoce como divulgación científica.

No he conocido a nadie que haya logrado lo que consiguió mi padre, ni siquiera un Cousteau o un Attenborough. Él solo cambió la conciencia ecológica de mu-



Félix con niños en Montejo de la Vega. / Adena

chos y despertó numerosas vocaciones en apenas 15 años.

La divulgación es un producto que la gente aprecia. Quieren divertirse, entretenerse y elevar también su nivel cultural. Hay que intentar que la ciencia no se aisle, que sea mucho más multidisciplinar y aparque complejos, para hacerla más humana y que avance. Al fin y al cabo es muy humana, por mucho que los científicos no lo crean.

> En relación a la protección de espacios naturales, hay que tener en cuenta

que actualmente España acoge 121 de los 226 tipos de hábitats reconocidos en la UE. Además, hemos pasado de dedicar el 4,3% de nuestro territorio a Espacios Naturales Protegidos en 1990 al 11% en el último año. ¿A qué responde este cambio?, ¿ha aumentado la concienciación de la sociedad?

España es el país más rico en biodiversidad de Europa. Somos un territorio ex-



Archivo personal FRF

traordinario por los diferentes microclimas, ecosistemas y especies que albergamos. A pesar de ello, sí es verdad que hemos llegado a esa actitud desarrollista más tarde por circunstancias políticas, a lo que se han unido factores humanos muy interesantes.

Países como Holanda y la mayoría de los nórdicos se han industrializado antes que nosotros y ya no pueden dar marcha atrás. En esos lugares se ha perdido el acervo cultural y muchas de las especies domésticas de plantas y animales.

Esto a menudo se nos olvida. Tenemos una gran biodiversidad endémica doméstica. Gallinas, vacas u ovejas perfectamente adaptadas a los microecosistemas y a las condiciones de trashumancia y de producción en extensivo.

“Hay que intentar que la ciencia no se aisle, que sea más multidisciplinar y aparque complejos para que sea más humana y avance”

> Hasta ahora nos hemos ceñido a nuestro país,

¿podría comentarnos la repercusión internacional de Rodríguez de la Fuente? Fue extraordinaria. Sólo decirle que *El Hombre y la Tierra* ha sido la producción más exitosa de RTVE en toda su historia, que la enciclopedia *Fauna* es la obra española más vendida después de *El Quijote* en número de volúmenes y que, de hecho, se encuentra en todos los museos naturales del mundo. Ahora probablemente habrá

obras mucho más avanzadas, pero fue una referencia en las décadas de los 70 y 80.

> ¿Cómo analiza los aspectos polémicos que ha tenido el trabajo de su padre, por ejemplo, al rodar escenas con animales troquelados?

No entiendo qué tiene de polémico. Él rodó un 30 por ciento de *El Hombre y la Tierra* en el campamento de Río Dulce con especies en semicautividad. En muchos documentales mi padre aparece con estos animales mientras explicaba todo el proceso de grabación y los mecanismos que utilizaban para conseguirlo.

“En otros países, si tuvieran a un Rodríguez de la Fuente cuidarían bastante mejor su figura”

En mi caso, he trabajado con National Geographic y en todas las producciones se utilizaron animales en cautividad. Creo que lo importante es que este tipo de cosas aparezcan en los créditos.

De todas formas, he llegado a la conclusión de que la mayoría son argumentos totalmente desmontables y que tienen que ver con el mal endémico de este país: la envidia. En otros países, si tuvieran a un Rodríguez de la Fuente, cuidarían bastante mejor su figura.



Fundación Félix Rodríguez de la Fuente

> ¿De qué manera está presente su padre en *Agenda Viva*, la revista de la Fundación?

En *Agenda Viva* hemos creado la sección ‘La huella de Félix’. En ella rescatamos el recuerdo que personas anónimas y populares tienen de mi padre. Además, destacamos aspectos inéditos como el que aparece en la última entrega bajo el título ‘Félix fotógrafo’.

Es evidente que está presente en toda la revista, además, remitimos con frecuencia a su obra para poder dirigirnos a muchos temas que no sabemos cómo enfocar.

> Nació y falleció el mismo día, un 14 de marzo...

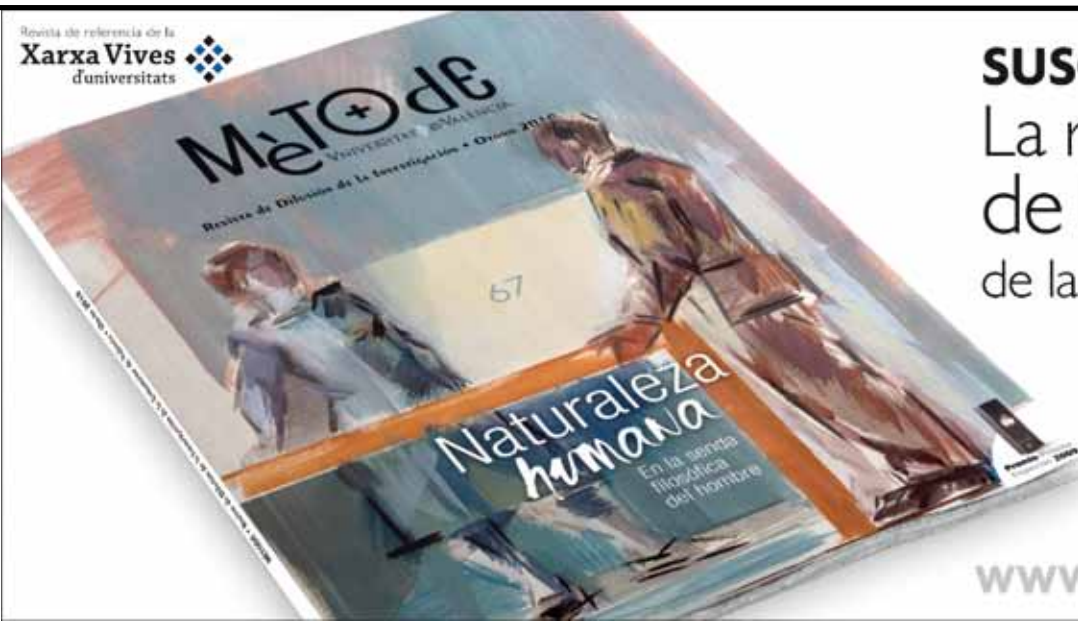
Sí, la verdad es que es muy curioso pero, desde mi punto de vista, tiene su sentido. El hecho de que no se escolarizara hasta los 9 años, que viviera una infancia casi paleolítica como él decía, con un contacto tan íntimo con especies y los espacios, y

que posteriormente tuviera un paso tan brillante por la universidad es sorprendente.

Además, estudiar medicina le dio una visión muy adelantada a su tiempo y le ayudó a entender el planeta como un macroorganismo vivo. Esto le permitió lanzar un mensaje tan importante como es la armonía entre el hombre y la Tierra que finalmente caló en la sociedad de la época. Para mí su muerte a los 52 años y en ese mismo día representa el cierre del círculo de una trayectoria extraordinaria.

> Para usted, ¿qué imagen sintetiza el legado de Rodríguez de la Fuente?

Creo que hay dos imágenes de mi padre que sintetiza todo lo que hemos hablado. Una de ellas es la imagen de mi padre con el lobo que aparece en la portada de su biografía oficial y otra en la que sale abrazado a un niño yanomamo. Sin duda, ambas resumen la persona y la trayectoria de Félix Rodríguez de la Fuente. ●



SUSCRÍBETE A MÈTODE
La revista de difusión
de la investigación
de la Universitat de València

SUSCRIPCIONES:

Publicaciones de la Universitat de València.

Tel.: 96 386 45 61.

C/ Artes Gráficas 13. Valencia 46010.

Suscripción anual (4 números al año):

25€ para España, 40€ para el extranjero.

www.revistametode.com



Panorámica de un poblado a orillas del Orinoco en el municipio de Atures en el Estado Amazonas de Venezuela.

Indígenas y científicos juntos hacia la conservación de la biodiversidad

Desde 2001 la Universidad de Málaga colabora con comunidades del Estado Amazonas de Venezuela para mejorar la situación medioambiental en espacios habitados por estos pueblos. Todo ello mediante la integración del conocimiento tradicional y el de los investigadores.

> **Raimundo Real Giménez** / *Catedrático de Zoología*

Por biodiversidad se entiende la variedad de seres vivos que interactúan, entre sí y con el ambiente físico, en los ecosistemas que los sustentan. Esto quiere decir que en los ecosistemas los organismos intercambian entre ellos y con el entorno materia y energía, y pro-

ducen, acumulan y transmiten información, en una elaboración conjunta que se aleja muchas veces del equilibrio, genera novedades y cambia continuamente a lo largo del tiempo y del espacio. Los seres vivos, por tanto, no sólo son variados, sino que varían a lo largo del tiempo, ya

que se encuentran inmersos en procesos ecológico-evolutivos que los mantienen en permanente cambio.

El ser humano, por supuesto, forma parte de la biodiversidad y ha surgido de ella. Ahora bien, los humanos consti-



Nuestra inteligencia nos permite un elevado grado de modificación de nuestro entorno, tanto físico como biológico, para satisfacer nuestras necesidades

tuimos una especie ecológicamente anómala, en el sentido de que nuestra inteligencia nos permite un elevado grado de modificación de nuestro entorno, tanto físico como biológico, para satisfacer nuestras necesidades alimentarias, sanitarias, económicas, sociales, culturales, políticas y espirituales. Esto ha acarreado en ocasiones un deterioro ambiental y el declive, y hasta la extinción, de un buen número de especies, bien por persecución directa, por alteración de sus hábitats, o por el acaparamiento de los recursos disponibles en los ecosistemas. La consiguiente pérdida de biodiversidad ha despertado en los últimos tiempos la preocupación por su conservación.

El avance de los estudios sobre la conservación de la biodiversidad ha ido dejando cada vez más claro que hay una relación entre la conservación de los organismos y el papel que estos juegan en la cosmovisión humana. Esto significa que una especie será más susceptible de ser conservada si tiene alguna importancia para los seres humanos. Complementariamente, los estudios sobre desarrollo social cada vez enfatizan más la sosteni-

bilidad ambiental como un componente esencial de la viabilidad de los proyectos humanos. De esta forma, resulta necesario contemplar tanto la naturaleza como las actividades humanas si se quiere avanzar en un proyecto histórico viable para los pueblos, las naciones, la humanidad y la biosfera.

En este contexto conceptual, los límites entre la sociedad humana y el res-



Cruzando un caño cerca de Sabanita de Pintao (comunidad piaroa).



Arriba a la izquierda, en la comunidad warekena de Guzmán Blanco (río Guainía, cuenca del Amazonas). Abajo, shurutas (cabañas) de reunión y para vivienda. Derecha, niños piaroas jugando en un caño.

to de la naturaleza se hacen difusos, y la inclusión de toda la fauna y la flora en el proyecto humano de futuro se ve como irrenunciable. Pero no se puede pretender abordar un proyecto histórico que valore y abarque toda la biodiversidad si no se es capaz de valorar e incluir en este proyecto la propia diversidad humana, incluyendo en ella la diversidad cultural. Además, la diversidad cultural constituye la conexión clave entre la sociedad humana y el resto de la biodiversidad, ya que implica una multiplicidad de aproximaciones a la naturaleza que están orientadas localmente

y que, no obstante, son capaces de afectar al pensamiento global. Esta consideración es aplicable para conseguir la conservación de la biodiversidad en cualquier sitio, pero quizás de forma más especial en zonas habitadas por pueblos indígenas.

En estos territorios el conocimiento indígena y el de los científicos debe integrarse, en la medida de lo posible, en una propuesta común a través de la cooperación entre la cultura científica, representada por ministerios y universidades, y la cultura tradicional, representada por las

La diversidad cultural constituye la conexión clave entre la sociedad humana y el resto de la biodiversidad por su orientación local

comunidades locales representativas de cada grupo étnico.

Desde el año 2001 la Universidad de Málaga colabora con diversas comunidades del Estado Amazonas de Venezuela para mejorar la conservación de la biodiversidad en la Amazonía. Se ha trabajado con los pueblos indígenas Piapoco, Curripako, Baré, Warekena, Baniva, Piaroa, Maco, Yekuana, Jiwi, Puinave, Yeral y Yanomami. Se han realizado un total de cinco expediciones por las cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas. El objetivo concreto ha sido abordar la conservación de la biodiversidad en zonas habitadas por pueblos indígenas, mediante el trabajo integrado de todas las personas que han intervenido en el proyecto en mayor o menor grado, y donde el conocimiento tradicional y el de los científicos se integren para lograr una propuesta común.

Si tuviera que destacar un aspecto en el que las comunidades indígenas de la Amazonía me han aportado más en lo que se refiere a la conservación de la



El trabajo entre científicos e indígenas es fundamental para elaborar una propuesta común entre la cultura científica y la tradicional. Comunidad curripaka de El Niñal, en el Casiquiare.



A la izquierda, preparando el casabe (alimento fundamental a base de yuca). A la derecha, arriba, colaborando en San Fernando de Atabapo. y abajo, un bongo en el río Guainía.

biodiversidad, creo que éste estaría relacionado con la valoración holística, como un todo con partes distinguibles pero inseparables, de la naturaleza. La comunidad científica ha destacado el valor que la biodiversidad tiene como base para el funcionamiento de los ecosistemas, por su capacidad para mantener y mejorar el bienestar humano, y por su poder para inspirar y educar a las personas. También ha destacado que la biodiversidad es valiosa intrínsecamente, de forma independiente a su contribución a nuestra sociedad. Pero de los indígenas he aprendido su conexión con todo, con el pasado, el presente y el futuro, y hasta con Dios o con los seres espirituales.

Todo esto se concreta en la palabra *urihi*, que aprendí de los yanomami (a través de los misioneros católicos que llevaban décadas trabajando con ellos). *Urihi* puede traducirse inicialmente por selva, por todo lo que está fuera de los poblados y los huertos. Pero, en realidad, *urihi* se refiere a todo el mundo, físico y espiritual, en el que se encuentran los yanomami, a la conexión con sus antepasados, con el futuro de su comunidad, y con los seres espirituales, buenos y malos, que dan sentido a su vida. Cuando se transforma una parte de la selva se transforma el *urihi*, y todo el futuro de la comunidad va a verse afectado.

En nuestra sociedad occidental hemos avanzado mucho en aspectos científicos, tecnológicos, culturales, económicos y políticos, pero esos avances se han hecho a base de parcelar la realidad en aspectos separados en los que distintas disciplinas han progresado a expensas, muchas veces, de su conexión con los otros aspectos de conocimiento. Recuperar el sentido del *urihi*, sin renunciar a los progresos realizados por el pensamiento occidental (que es nuestra aportación como cultura), es, para mí, parte

Recuperar el *urihi*, sin renunciar a los progresos de occidente, es parte del camino hacia nuestro proyecto común

del camino que científicos e indígenas amazoneses podemos recorrer juntos en nuestro proyecto de futuro común, no solo entre todos los seres humanos, sino con todos los seres vivos que constituyen la biodiversidad. ●



Científicos y pedagogos de la Universidad de Málaga junto a algunos miembros de la comunidad baré de Solano, en el Casiquiare.

Tecnología para la vigilancia de la biodiversidad

Los sistemas de seguimiento y de comunicación unidos a ciencias como la aeroespacial permiten hoy día llevar a cabo un estricto control de factores como la evolución de la vegetación, los desiertos o los glaciares. Infrarrojos, cámaras térmicas o el mismo GPS son sólo una muestra de su potencial.

> **Alfonso García Cerezo** / *Catedrático de Ingeniería de Sistemas y Automática*

La tecnología puede ser una gran aliada en la conservación del medio ambiente y el mantenimiento de la biodiversidad. Desde hace décadas se aplican dispositivos de seguimiento –radiobalizas– que permiten situar por triangulación la posición de los animales en estudio. Otros dispositivos marcadores vienen también utilizándose desde hace cierto tiempo para la identificación de animales incluso domésticos. La conjunción de estos dispositivos con sistemas de comunicaciones permite establecer un seguimiento bastante efectivo de los animales en su entorno natural, aunque por razones de tamaño, y sobre todo de autonomía, han tenido bastantes restricciones de uso.

Los sistemas de seguimiento han llegado también a la tecnología aeroespacial. Desde hace algunos años disfrutamos de los sistemas de posicionamiento global (GPS). En la actualidad se disponen de satélites cuyos sensores permiten estudiar la evolución del clima en la Tierra, o investigar sobre aspectos tan relevantes como la dinámica marina, la evolución de la vegetación, los desiertos y los glaciares, entre otros. La conjunción de esta tecnología, que incluye distintos tipos de sensores (sistemas de visión, infrarrojos,



Robot de exploración con sistema de sembrado de *notes*.

cámaras térmicas, radiación...) con tecnología GIS –sistemas de información geográfica– permite obtener una información fundamental a la hora de establecer el comportamiento a gran escala del clima, la vida en el planeta o la actividad humana.

Una tecnología también muy interesante es la denominada de ‘Sensores WEB’, tecnología especialmente adapta-

da a la monitorización de espacios naturales y a la vigilancia del medio ambiente. Para ello utiliza arquitecturas de conexión entre plataformas de sensores (*pods*), que pueden ser orbitales, terrestres, fijos o móviles, e incluso podría tener acceso en tiempo real a Internet. Por otra parte, una propiedad a destacar es la de poder utilizar los *pods* como nodos computacionales elaborando información -fusión sensorial- a partir de elementos sensoriales básicos de uno o varios *pods*. Cualquier *pod* de una web puede ser un portal y proporcionar a los usuarios acceso a la web del sensor. Este acceso se puede realizar por

Satélites con sensores que permiten estudiar la evolución del clima en la Tierra se combinan con la tecnología GIS para conocer el comportamiento del clima o la vida en el planeta

medio de módem de radiofrecuencia, mediante teléfonos móviles, conexiones wifi o incluso un simple servidor de Internet.

Se están extendiendo además las redes de sensores inalámbricos -cuyos dispositivos se denominan en

inglés *motes*- operados con baterías y cuya principal función es la de obtener información sensorial y transmitirla de manera inalámbrica a través otros *motes*. Este tipo de tecnología, que ahora se está miniaturizando y expandiendo a su uso en diversos campos, permitiría sembrar en un futuro

de *motes* zonas bajo estudio, y obtener de manera continua una serie de información relevante del entorno. Variables como temperatura, presión, iluminación, aceleración y humedad son ya asequibles en dispositivos de pocos gramos que se alimentan por baterías y que pueden comunicarse entre sí. Asimismo, podrían disponer de dispositivos más sofisticados, tanto pasivos como activos, cámaras de vídeo, sensores infrarrojos, o radares y escáneres. Para aumentar la duración de la carga de las baterías, se emplean tecnologías de muy bajo consumo, así como la gestión del apagado de los sensores en periodos de espera. Actualmente se están ensayando sensores con sistemas de carga de batería basadas en radiación solar, vibración o energía térmica. Se prevé que la miniaturización de estos

dispositivos y la reducción de su consumo permitan su utilización a gran escala a un coste muy reducido ya durante la presente década.

En el límite de la miniaturización se encontrarían los dispositivos denominados Polvo Inteligente o *Smartdust*, que es una red inalámbrica hipotética de pequeños sensores microelectromecánicos (MEMS), robots u otros dispositivos, que pueden detectar variables como la radiación lumínica, la humedad o las vibraciones. En este sentido, se discute ya la posibilidad de estos dispositivos a una escala submilimétrica, que permitiría “sembrar” literalmente aquellas áreas donde se desea realizar un determinado estudio (ambiental, de seguimiento de especies en peligro, contaminación...).

En el límite de la miniaturización se encontrarían los dispositivos denominados Polvo Inteligente o *Smartdust*, que es una red inalámbrica hipotética de pequeños sensores microelectromecánicos (MEMS), robots u otros dispositivos, que pueden detectar variables como la radiación lumínica, la humedad o las vibraciones. En este sentido, se discute ya la posibilidad de estos dispositivos a una escala submilimétrica, que permitiría “sembrar” literalmente aquellas áreas donde se desea realizar un determinado estudio (ambiental, de seguimiento de especies en peligro, contaminación...).

En el límite de la miniaturización se encontrarían los dispositivos denominados Polvo Inteligente o *Smartdust*, que es una red inalámbrica hipotética de pequeños sensores microelectromecánicos (MEMS), robots u otros dispositivos, que pueden detectar variables como la radiación lumínica, la humedad o las vibraciones. En este sentido, se discute ya la posibilidad de estos dispositivos a una escala submilimétrica, que permitiría “sembrar” literalmente aquellas áreas donde se desea realizar un determinado estudio (ambiental, de seguimiento de especies en peligro, contaminación...).

La miniaturización de los dispositivos y la reducción de su consumo permitirán su utilización a gran escala y a un coste muy reducido durante la presente década

Los robots también juegan un papel potencialmente importante en la vigilancia del medio ambiente. En este sentido, los robots submarinos son una baza cada vez más fundamental en la exploración del mundo subacuático, tanto por la potencialidad de sus sensores como por su características como vehículo -trabajo a profundidades elevadas, amplia autonomía en algunos dispositivos-. Particularmente, son interesantes las tecnologías asociadas a los robots autónomos submarinos, y sobre todo la asociada a arquitecturas similares a las redes de sensores para establecer sistemas de tipo enjambre y así poder estudiar un hábitat, caracterizar sus variables o detectar agresiones en su entorno.

Los robots terrestres y aéreos también son una eficaz herramienta en la vigilancia medioambiental. Tanto en su funcionamiento autónomo -y probablemente coordinados como nodos de alguna red- como te

leoperados, sirven además como una herramienta muy eficaz para trabajar con sistemas de realidad aumentada, permitiendo la inmersión del operador del robot en el entorno, como si físicamente se encontrase allí. Baste como ejemplo los robots de exploración planetaria, nuestra avanzadilla en el sistema solar durante estas últimas décadas. ●

A la derecha, robot de exploración con *mote*, cámara de vídeo y escáner. Arriba, detalle del *mote* portado.





La biodiversidad representa un capital natural para el mantenimiento de los servicios ecológicos que el océano brinda al ser humano. Ilustración original de Glynn Gorick (GLOBEC).

Biodiversidad y servicios de los ecosistemas marinos

La fauna y la flora de los océanos se están viendo alteradas por la acción del hombre. El cambio global antropogénico ha provocado que más del 20% de los caladeros de pesca esté sobreexplotado y que el 44% se encuentre al límite por un consumo indiscriminado de los recursos que obtenemos del mar.

> Jaime Rodríguez (Catedrático de Ecología) - Andreas Reul (Profesor de Ecología)

LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS

El océano ocupa el 70% de la superficie terrestre y más de un tercio de la población mundial vive en áreas costeras, cifras que por sí solas hablan de la relevancia de los ecosistemas marinos para el bienestar de la humanidad. Sin embargo, el cambio global antropogénico

(el causado por la actividad humana) está haciendo que la fauna y la flora marina y especialmente la costera estén siendo fuertemente alteradas; de hecho la superficie de manglares y humedales costeros ha caído a la mitad. A esto se une que más del 20 por ciento de los caladeros

El océano ocupa el 70% de la superficie terrestre y más de un tercio de la población mundial vive en áreas costeras



Las marismas y humedales costeros representan, además de núcleos de alta biodiversidad, sistemas amortiguadores frente a impactos derivados del cambio climático, como es la elevación del nivel del mar. / Foto: Carlos García.

Los servicios ecosistémicos son los beneficios que la población humana obtiene de cualquier medio natural

de pesca esté sobreexplotado o agotado y el 44 por ciento se encuentre al límite de su capacidad y que, a su vez, la tasa de extinción de especies esté aumentando rápidamente.

La biodiversidad marina es un capital natural fundamental en la generación de servicios ecosistémicos, entendidos estos como los beneficios que la población humana obtiene de los ecosistemas marinos. Estos servicios son de los siguientes tipos:

> **Servicios de soporte.** La integridad de los procesos de producción biológica, flujo de energía y reciclado de materia caracterizan al ecosistema marino estructural y funcionalmente saludable y, consecuentemente, están en la base de las otras categorías de servicios.

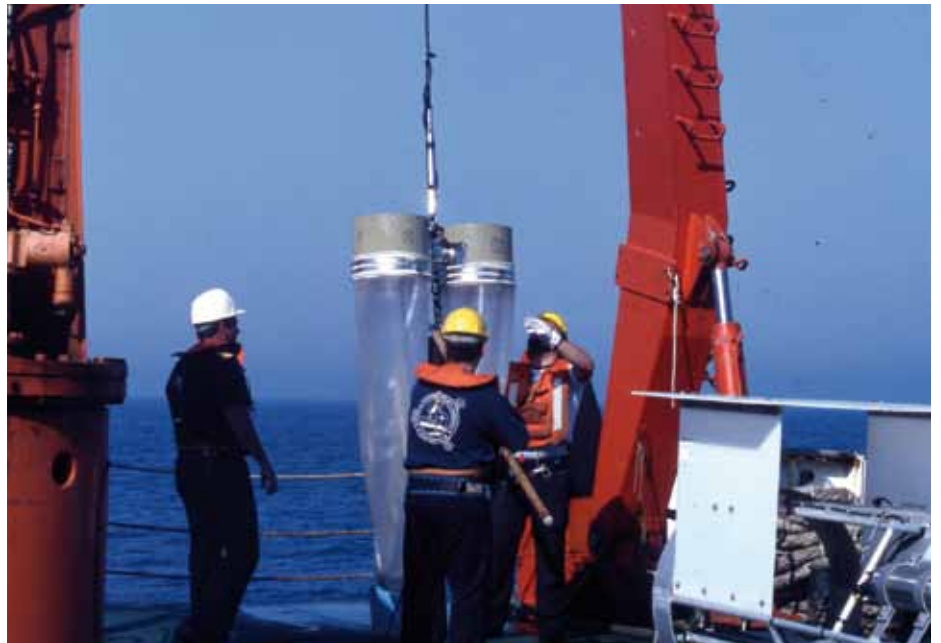
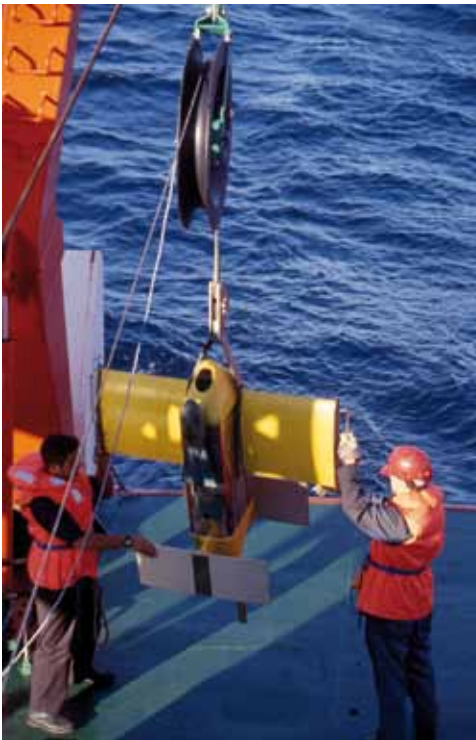
> **Servicios de abastecimiento.** Más de 1.000 millones de personas dependen de los productos de la pesca como principal fuente de proteínas, siendo la actividad pesquera uno de los pilares de la economía (de forma directa o indirecta) en muchos países. Las nuevas tecnologías de desalación permiten considerar al océano como una fuente de agua potable. Muy diversos organismos marinos (algas e invertebrados) producen sustancias de interés médico y farmacológico.

> **Servicios de regulación.** La dinámica de las aguas oceánicas determina el patrón climático actual. La capacidad de las microalgas oceánicas (fitoplancton) para absorber CO₂ contribuye a frenar su acumulación en la atmósfera y los efectos del calentamiento global antropogénico, papel en el que son claves algunas regiones del planeta, como el océano y el

continente antártico. Aunque su capacidad para absorber contaminantes no es infinita, el océano contribuye a la dispersión y dilución de los residuos provenientes de los sistemas terrestres, contribuyendo al mantenimiento de la calidad de las aguas costeras. Los humedales costeros juegan un papel fundamental en la dinámica de la franja costera y en la absorción del impacto de la subida del nivel del mar generada por el calentamiento global.

> **Servicios culturales.** El turismo “verde” es uno de los sectores económicos de más rápido crecimiento allá donde el visitante encuentra la manifestación paisajística y el contacto con la diversidad biológica no perturbada. El valor del conocimiento científico cobra especial relevancia en el caso de los ecosistemas marinos, cuando se reconoce que sabemos probablemente más acerca del espacio in-

La capacidad de las microalgas para absorber CO₂ frena su acumulación en la atmósfera y los efectos del calentamiento global, en lo que es clave el papel del medio antártico



A la izquierda, el registro de variables físicas de la masa de agua se hace mediante equipos automáticos como el SeaSoar. A la derecha, toma de muestras de plancton mediante redes a bordo de un buque oceanográfico. / Foto: Andreas Reul.

terestelar que de los grandes fondos abisales de nuestro planeta y de la biodiversidad que encierran.

Prácticamente todos los agentes de presión culminan afectando a la biodiversidad. Algunas presiones como, por ejemplo, el desarrollo urbanístico o la pesca de arrastre, inciden directamente a través de

la destrucción de hábitat, la sobreexplotación de la especie-recurso y de otras sin valor comercial. Otros efectos directos son generados por los vertidos de sustancias tóxicas derivadas de la industria y la agricultura, de aguas residuales de origen doméstico, de salmueras de las desaladoras o por vertidos accidentales de hidrocarburos.

Las especies introducidas con el transporte marítimo o con el comercio de animales provoca la eliminación de las especies autóctonas competidoras

Los efectos indirectos, son, sin embargo, más sutiles y difíciles de identificar en cuanto a su origen. La sustitución de fondos marinos rocosos, cubiertos de algas blandas, por un paisaje desértico formado por una costra de algas calcáreas incrustantes y densas poblaciones de erizos es el resultado indirecto de la eliminación de peces depredadores por sobrepesca deportiva y comercial: los herbívoros (erizos) que antes eran controlados por los depredadores (peces) proliferan y acaban con la cobertura vegetal. La acidificación del océano, resultado de la absorción excesiva de CO_2 , es otro ejemplo de efecto negativo indirecto.

Uno de los agentes de presión más difíciles de contrarrestar es la expansión, en un ámbito regional determinado, de especies introducidas (fundamentalmente algas e invertebrados) con el transporte marítimo o con el comercio de especies y la eliminación de las especies autóctonas competidoras.



La investigación del ecosistema antártico es fundamental para la comprensión del funcionamiento del "sistema Tierra" y de los efectos del cambio climático. / Foto: Jaime Rodríguez.

LA BIODIVERSIDAD MARINA A DIFERENTES ESCALAS

El grupo de investigación en “Ecología Marina y Limnología” de la Universidad de Málaga lleva más de 20 años contribuyendo al conocimiento científico, la conservación y la gestión sostenible de los ecosistemas marinos. Muestra de ello son proyectos como los siguientes, que dan una idea de la diversidad de escalas y aproximaciones actualmente en desarrollo.

La expedición de circunnavegación ‘Malaspina’ (2010 - 2011) es un proyecto de investigación interdisciplinar que, a lo largo de más de 40.000 millas náuticas alrededor del océano mundial, tratará de evaluar el impacto del cambio global en el océano y la exploración de su biodiversidad. Durante nueve meses, más de 250 científicos a bordo de los buques *Hespérides* y *Sarmiento de Gamboa* llevarán a cabo una expedición

que aúna la investigación científica con la formación y el fomento de las ciencias marinas y la cultura científica en la sociedad. Nuestro grupo está involucrado específicamente en el estudio de masas de agua y fito-

plancton, y transversalmente en las tareas de formación y difusión de la información científica.

En el marco del programa I+D+i del Plan Nacional se desarrolla el proyecto CETI. En él se estudia la relación entre la dinámica de mesoescala y la composición del fitoplancton en el sector norte del frente Almería-Orán. CETI forma parte del proyecto DESMON, una colaboración entre la UMA y el Instituto Español de Oceanografía, cuyo objetivo es el planteamiento de un sistema de observación multidisciplinar para el seguimiento del cambio global y gestión medioambiental de la costa mediterránea.

Por su parte, a través del Centro de Cooperación para el Mediterráneo en Málaga, la Unión Internacional para la Con-

servación de la Naturaleza ha lanzado el Proyecto Alborán, una iniciativa cuyo objetivo a largo plazo es crear las condiciones y construir las bases necesarias

para el establecimiento de una futura gestión compartida del Mar de Alborán que



permita asegurar la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible de sus recursos.

El Proyecto involucra a instituciones de España, Marruecos y Argelia. El II Encuentro Internacional de Alborán (Oujda, Marruecos, abril 2009) cristalizó en la “Declaración de Oujda” y, recientemente, en el documento “Conservación y desarrollo sostenible del mar de Alborán”, sobre el que se elaborará el Plan de Acción para el futuro inmediato. ●

La expedición ‘Malaspina’ es un proyecto que a lo largo de 40.000 millas náuticas tratará de evaluar el impacto del cambio global en el océano



La estética y naturalidad de los ecosistemas marinos representan uno de los servicios o beneficios que los ecosistemas brindan a la sociedad. Parque Natural del Cabo de Gata, Almería. / Foto: Agustín Barrajón Doménech.



La biodiversidad marina encierra un valor intrínseco que va más allá de los beneficios tangibles que de ella puedan derivarse. Comunidad sobre fondos rocosos del Parque Natural del Cabo de Gata, Almería. / Foto: Jaime Rodríguez.



Economía sostenible

¿Mito o realidad?

El impacto económico sobre el entorno es clave a la hora de valorar los precios de un determinado bien, ya que su cantidad disminuirá y será sustituido por otro bien de menor coste. A esto se une una sostenibilidad amenazada por el aumento de la población y del uso abusivo de los recursos naturales.

> **José Luis Torres Chacón** / *Director del Departamento de Teoría e Historia Económica*

En los últimos años se ha puesto de moda la palabra “sostenibilidad” aplicada a diferentes ámbitos de la actividad humana, término que hace referencia al uso equilibrado de los recursos de nuestro entorno de manera que estos no se agoten en el futuro. Uno de los ámbitos donde se está utilizando de forma más recurrente es en la actividad económica. Así, nos encontramos con usos tan destacados como la puesta en marcha de la Ley de Economía Sostenible en España como elemento clave para alcanzar un crecimiento duradero en el largo plazo.

Pero, ¿qué significa exactamente “economía sostenible”? Desde un punto estrictamente teórico este término es una redundancia. Sería como aplicar el cali-

ficativo de “húmedo” al agua. Por definición cualquier economía es sostenible y su impacto sobre los recursos del entorno se mostraría en términos de alteraciones en los precios relativos de los bienes. Una regla básica en economía es que los bienes muy abundantes tienen precios muy bajos, mientras que aquellos bienes que son muy escasos tienen precios muy elevados. Si de la actividad económica del ser humano se produce una disminución en la cantidad de un determinado bien, su precio aumentará respecto a los otros y su consumo sería sustituido por otro bien de menor precio.

Esto es lo que ha sucedido a lo largo de la historia con el consumo de determinados recursos naturales, que unido

El carbón no se agotará nunca simplemente porque antes de que esto ocurra será sustituido por otra fuente energética más barata

al progreso tecnológico, no ha llevado a un agotamiento de los mismos sino a un aumento de su precio y a su sustitución por otros recursos naturales más baratos. Un ejemplo claro lo tenemos en el carbón como recurso energético. Este recurso no se agotará nunca, aunque se haya hecho un uso muy intensivo, simplemente porque antes de que esto ocurra será sustituido por otra fuente energética más barata. Lo mismo sucederá con el petróleo, que tampoco llegará a agotarse. Conforme



sea más difícil su extracción, su precio será mayor, lo que motivará su sustitución por otro tipo de energía.

Aún así, todo ello no significa que la actividad económica humana no genere presiones insoportables sobre el entorno ambiental y lleve al agotamiento de determinados recursos naturales y a la desaparición de otros seres vivos. Sin embargo, más que con la actividad económica, estas presiones se derivan de la actividad humana en términos generales, tanto a nivel individual como a nivel colectivo.

La sostenibilidad de nuestro entorno natural viene amenazada por dos elementos. El primero es el aumento de los recursos naturales utilizados por cada individuo, derivadas del progreso económico. Así, las necesidades humanas son ilimitadas y el desarrollo económico provoca que destinemos cada vez más recursos a satisfacerlas. El ejemplo es el consumo de agua, que aumenta de forma pareja al desarrollo económico o el consumo de cualquier tipo de energía, que aumenta de forma exponencial con el tiempo. No obstante, esta situación puede ser perfectamente sostenible gracias al progreso tecnológico. Aunque las necesidades humanas sean ilimitadas,

Aunque las necesidades humanas sean ilimitadas pueden ir satisfaciéndose cada vez en mayor medida gracias al desarrollo de tecnologías más avanzadas

dichas necesidades pueden ir satisfaciéndose cada vez en mayor medida gracias al desarrollo de tecnologías más avanzadas, precursor de una mayor eficiencia en el uso de los recursos naturales disponibles. Por tanto, mientras que el progreso tecnológico sea lo suficientemente elevado, es perfectamente posible satisfacer mayores deseos o necesidades humanas sin poner en peligro nuestro entorno ambiental.

El segundo elemento que amenaza nuestro entorno natural es más problemático ya que sus efectos negativos sobre dicho entorno no pueden ser mitigados en su mayor parte. Nos referimos al aumento continuo de la población, espectacular sobre todo en los últimos doscientos años. No sólo cada individuo ejerce una mayor presión sobre el medio ambiente al consumir mayores recursos, sino que la población sigue incrementando de forma permanente. Este factor ejerce presiones tanto en el ámbito geográfico, desplazando de su hogar natural a otros seres vivos o incluso provocando su desaparición,

como en presiones sobre la cantidad de recursos naturales necesarios para satisfacer las necesidades de dicha población creciente.

De hecho, la presión sobre el entorno geográfico es quizás la de mayor impacto negativo, por cuanto dicho espacio está totalmente acotado e implica competir con otras especies por el mismo. Hoy por hoy, existen pocos lugares en el mundo donde no haya llegado la presencia del hombre. Por tanto, el mayor peligro para la sostenibilidad del entorno no proviene del propio comportamiento del ser humano, sino de la dinámica de la población, que está ejerciendo cada vez una mayor presión sobre nuestra naturaleza.

En un mundo donde la población se mantuviese estable, la actividad humana podría ser compatible con el medio ambiente gracias al progreso tecnológico, que minimizaría los impactos negativos del desarrollo económico y el consiguiente mayor consumo de recursos naturales. Sin embargo, la combinación de necesidades individuales ilimitadas, sumada a un mayor número de individuos puede, de mantenerse la dinámica actual, llevarnos hacia un futuro insostenible. ●





Geodiversidad + Hidrodiversidad = Biodiversidad

Flamencos rosa (*Phoenicopterus ruber roseus*) en la laguna de Fuente de Piedra. / Foto: Iñaki Vadillo Pérez.

Cuevas, lagunas, montañas o desembocaduras esconden en su interior el paso de los diferentes cambios climáticos que ha sufrido la Tierra, una pista fundamental a la hora de entender, de conservar y de gestionar la diversidad de especies y de espacios naturales como Fuente de Piedra o El Torcal.

> **Bartolomé Andreo Navarro** / Centro de Hidrogeología de la Universidad de Málaga (CEHIUMA) - Dpto. de Ecología y Geología

De todos es conocida la importancia de la biodiversidad por la divulgación que de ello se hace en los medios de comunicación. Noticias sobre especies en peligro de extinción, programas de reproducción en cautividad, bancos de germoplasma, etc., crean conciencia de la necesidad de proteger la biodiversidad. La mayor parte de los Espacios Naturales Protegidos han sido declarados como tales por este motivo. Sin embargo, no ha recibido la misma consideración la diversidad del contexto geológico (geodiversidad) de estos espacios que, en muchos casos, condiciona su biodiversidad, cuando no constituye por sí mismo una manifestación del Patrimonio Natural digna de protección. Si, además de la geodiversidad, se consideran las diferentes manifestaciones del agua (superficial y subterránea, por ejemplo) y la diversidad de sus propiedades físico-químicas (hidrodiversidad), será más fácil conocer el origen de la biodiversidad y cómo protegerla.

La Reserva Natural de la Laguna de Fuente de Piedra es un buen ejemplo de lo antes indicado. Esta laguna es muy conocida porque en ella nidifica el flamen-

co rosa (*Phoenicopterus ruber roseus*), que es la manifestación más espectacular de una rica biodiversidad. Sin embargo, es menos conocido que la laguna se en-



Vista aérea de la laguna de Fuente de Piedra. / Foto: Manuel Rendón Martos.



1



2



3



4

1. Laguna Grande de Archidona, con sales precipitadas en el borde y vegetación asociada. 2. Laguna del Rincón del Muerto (Baena, Córdoba) cubierta de sal. 3. Panorámica de la laguna Honda de Alcaudete (Jaén), en la que se puede observar la orla de vegetación perilagunar. 4. Laguna de Brujuelo (Jaén). / Fotos: Archivo CEHUMA.

cuentra en una depresión de origen kárstico, generada por disolución de evaporitas (yeso y sal) incluidas en los materiales arcillosos sobre los que se asienta. Tampoco es muy conocido que la laguna permanece inundada gran parte del año gracias a que recibe un continuo flujo de agua subterránea de elevada salinidad, cuya evaporación forma la sal que antaño fue explotada. Menos aún se conoce que el estudio de los sedimentos acumulados en la laguna permitiría investigar los cambios climáticos e hidrológicos producidos a lo largo de los tiempos cuaternarios en la región.

La laguna de Fuente Piedra permanece inundada gran parte del año gracias a que recibe un continuo flujo de agua subterránea

Estos aspectos relacionados con las características geológicas e hidrogeológicas son claves para conocer, proteger y gestionar la Reserva Natural e incluso, sólo por ellos, merecería ser protegida como un ele-

mento del Patrimonio Natural, geológico en este caso. El planteamiento conceptual anterior debería aplicarse para establecer el modelo de funcionamiento y los programas de conservación y gestión de otros humedales, ubicados en contextos geológicos e hidrogeológicos similares, en el norte de la provincia de Málaga (lagunas de Campillos y Archidona y en el sur de las provincias de Córdoba (Zóñar, lagunas de Baena, de Lucena, etc.) y de Jaén (lagunas de Alcaudete y de Brujuelo, entre otras).

En las áreas de desembocadura de algunos ríos han existido históricamente áreas de encharcamiento y humedales, unos espectaculares como las marismas del Guadalquivir, y otros con mucha menor entidad, como son los casos de la Charca de Suárez (Guadalfeo) o la laguna de Los Prados (Guadalhorce), todos ellos

enclaves de biodiversidad. Las conocidas como lagunas del Paraje Natural de la Desembocadura del Guadalhorce, que en realidad corresponden a antiguas graveras inundadas por el agua subterránea, deben su biodiversidad –al menos en parte– a variaciones de salinidad que se producen en el contacto entre el agua marina y el agua dulce del acuífero con el cual se hallan relacionadas. En definitiva, la deben a la hidrodiversidad.

En el tramo medio de los ríos y, sobre todo en las áreas de cabecera, existen aportaciones de agua subterránea, generalmente en forma de manantiales, que mantienen el caudal en los periodos de estiaje y condicionan la biodiversidad de los cauces y sus riberas. Algunos ejemplos de ello hay en grandes ríos, como el Guadalquivir, que recibe aportaciones de las sierras de Cazorla, María y Mágina, entre otras, pero también en ríos de menores dimensiones, como los de la provincia de Málaga. En este sentido cabe mencionar el Guadiaro,



1. Manantial de la Cueva del Gato (Sierra de Líbar), cuyas aguas vierten al río Guadiaro. / Foto: Antonio Castillo Martín. 2. Manantial de Benaoján (Sierra de Líbar), vertiente al río Guadiaro. 3. Paraje del nacimiento del río Grande (Yunquera). 4. Fuente de los Cien Caños y vegetación de las inmediaciones, en la cuenca alta del río Guadalhorce. / Fotos: Archivo CEHUMA.

al que vierten sus aguas los manantiales de la sierra de Líbar, y los ríos Genal, Verde y Grande, que nacen en surgencias de la Sierra de las Nieves. También el río Guadalhorce, en su cabecera, es alimentado por agua de manantiales de las sierras de San Jorge y Camarolos, y del Torcal de Antequera. Por su parte, en la zona oriental de la provincia, el río Vélez recibe el agua del manantial de Guaro (Periana), y algunas surgencias de las sierras de Tejeda y Almijara son origen de ríos como el Bermuza, Torrox y Chíllar, entre otros. Muchos de estos manantiales merecerían disponer de protección como elementos singulares de geo e hidrodiversidad.

Los manantiales antes mencionados son de aguas poco mineralizadas, de buena calidad para abastecimiento urbano y para regadío, y con temperaturas medias anuales similares a la atmosférica en cada lugar. No obstante, hay aguas con salini-

dades muy elevadas, como las del conocido manantial de Meliones, y aguas de otros manantiales que presentan temperaturas más elevadas (aguas termales) e incluso con características químicas peculiares. Tal es el caso de las surgencias de aguas sulfurosas, con el característico olor a huevos podridos, que han sido aprovechadas en balnearios como los de la Hedionda (Casares), Vilo (Periana) y Carratraca. Aguas de pH básico, ricas en magnesio, son las de Fuente Amargosa (Tolox) y Baños del Puerto (Alhaurín el Grande), todas ellas en la provincia de Málaga. Pero la hidrodiversidad de Andalucía permite encontrar, además, aguas ferruginosas y con sabor amargo en la Alpujarra granadina (Pórtugos, Válor), y aguas ácidas relacionadas con yacimientos mineros (Riotinto, Huelva). Son aguas

que condicionan la existencia de una biodiversidad muy singular.

Por otra parte, el turismo de naturaleza está en auge y, en relación con él, es preciso poner en valor y dar a conocer, no sólo los aspectos de la biodiversidad, sino también otros menos conocidos, vinculados con la geodiversidad y la hidrodiversidad, que hasta ahora han sido menos divulgados. En este sentido existen iniciativas en las que participa el Centro de Hidrogeología de la Universidad de Málaga, como son: la elaboración de Guías Hidrogeológicas de los Espacios Naturales de Andalucía, resultado de la colaboración entre la Consejería de Medio Ambiente y el Instituto Geológico y Minero de España, el Programa Internacional de Geociencias de la UNESCO, el Campus de Excelencia Internacional sobre Patrimonio Cultural y Natural, y la jornada de divulgación Geolodía, organizada en abril de 2010 conjuntamente con la Fundación Cueva de Nerja. ●

El Centro de Hidrogeología de la UMA organizó en abril la jornada de divulgación 'Geolodía' en la Cueva de Nerja



1



2



3



4

1. Precipitación de sales en el área de descarga del manantial de Meliones, en la cola del embalse del Guadalhorce. 2. Manantial de aguas sulfurosas de la Hedionda (Casares). / Fotos: Archivo CEHIUMA. 3. Fuente de aguas ferruginosas en la Alpujarra (Chorreón de Pórtugos, Granada). / Foto: Antonio Castillo Martín. 4. Aguas ácidas en el río Tinto en las cuales existen algas y bacterias. / Foto: Iñaki Vadillo Pérez.

Geodiversidad y Patrimonio Geológico. Ejemplos relacionados con el Karst

Pocas veces se han considerado las características geológicas de un lugar (geodiversidad) claves para declararlo Espacio Natural Protegido. El Torcal de Antequera es uno de esos pocos ejemplos. Posee una gran diversidad y desarrollo de formas kársticas como los lapiazes, las dolinas, las torcas (de ahí el nombre), las simas, los callejones o bogaces, además de formas emblemáticas denominadas “pilas de platos” o “tornillos”, de los que uno fue declarado Monumento Natural. Esto convierte a El Torcal en un Lugar de Interés Geológico Mundial, un elemento del Patrimonio Natural y, más concretamente, del Patrimonio Geológico, por su valor científico, cultural y educativo a la hora de estudiar, comprender y divulgar el modelado kárstico en rocas calizas.

Las cuevas son también manifestaciones del medio kárstico, pero no en la superficie, sino en el interior de los

macizos montañosos. Constituyen elementos de geodiversidad y un recurso natural que puede ser aprovechado de manera sostenible. De hecho, son numerosas las cuevas objeto de visitas turísticas en todo el mundo. Cinco de éstas se encuentran en la provincia de Málaga: Nerja, Cueva del Tesoro, Doña Trinidad (Ardales), Cueva del Gato y Pileta (Benaolán).

En los últimos años se han desarrollado iniciativas internacionales como Global Geosites, que pretende identificar los lugares más representativos de la evolución de la Tierra, y European Geoparks, encaminada a promover el desarrollo sostenible y la conservación y divulgación de los recursos geológicos. En Andalucía hay dos geoparques (Cabo de Gata-Níjar y Sierras Subbéticas) pero la geodiversidad de sus provincias, entre ellas la de Málaga, es suficientemente rica como para justificar la creación de algunos más.



Paisaje de El Torcal de Antequera. Autor: Iñaki Vadillo.



Vista de la Cueva de Nerja. Archivo de la Fundación Cueva de Nerja.



Scrophularia arguta. / Foto: A. Pérez Latorre.

La diversidad y conservación vegetal en Andalucía oriental

Sólo en esta zona está representado el 44% de la flora peninsular. Uno de los numerosos datos que revela *Flora Vascular de Andalucía Oriental*, una obra en la que han colaborado cuatro universidades andaluzas y que pone de manifiesto la riqueza vegetal de la que disfruta el este de la región.

> **Baltasar Cabezudo Artero** / Catedrático de Botánica

El estudio *Flora Vascular de Andalucía Oriental* realizado en 2009 por las Universidades de Granada, Málaga (www.biolveg.uma.es), Almería y Jaén, ha dado como resultado la catalogación de 3.724 especies y subespecies, siendo la flora regional más importante de la región mediterránea. Un dato que permite poner en valor el contingente vege-

tal del oriente andaluz que se deduce al compararlo con el resto de la Península Ibérica, ya que en Andalucía oriental está representado el 44 por ciento de la flora peninsular, cuando solo supone el 7,2 por ciento de la superficie de dicho territorio.

La importancia de la flora del área estudiada no radica sólo en el número de

especies, sino en la cantidad de estas que son endémicas. Se han localizado más de

Las Universidades de Málaga, Granada, Almería y Jaén han catalogado un total de 3.724 especies y subespecies



Genista hirsuta. / Foto: F. Soriguer.
Abajo, Sierra Almijara. / Foto: B. Cabezano.

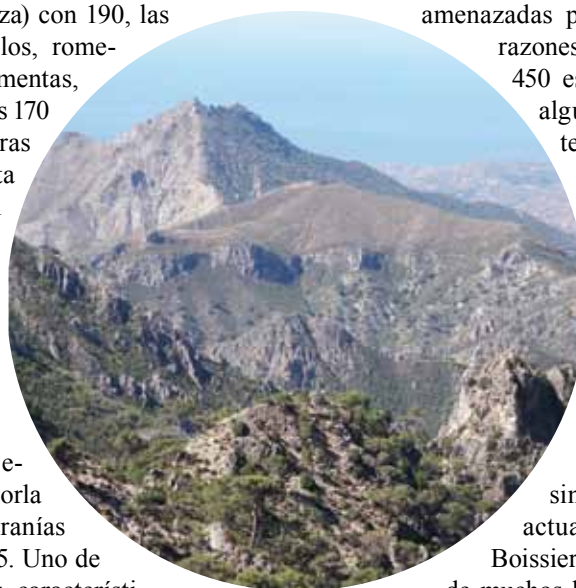
La importancia de esta flora no radica sólo en el número de especies, sino en la cantidad de estas que son endémicas

380 endemismos ibéricos, una cincuenta de béticos y, lo que es realmente sorprendente, 356 exclusivos de este territorio. Las razones de esta riqueza florística se debe principalmente a la diversa climatología, geología y orografía del territorio que, por ejemplo, permite el asentamiento de especies saharianas en las zonas bajas y áridas de Almería, al tiempo que en las cumbres de Sierra Nevada y Serranía de Ronda se han establecido otras propias de zonas de alta montaña.

Esta gran variabilidad de nuestra flora viene representada por la presencia de 165 familias, 975 géneros y 3.724 especies. Las familias que cuentan con mayor número de variedades son las asteráceas o com-

puestas (girasoles, margaritas, cardos), con 450 especies; leguminosas con 350, las gramíneas con 300, las cariofiláceas (claveles y collejas), las crucíferas (jaramagos y mostaza) con 190, las labiadas (tomillos, romeros, sahareñas, mentas, poleos) con unas 170 y las umbelíferas (hinojo, la cicuta y el perejil) con más de 140. Referente a las especies endémicas destacan Sierra Nevada con 109, sierras de Almijara y Tejada con 96, Cazorla con 87 y las serranías rondeñas con 75. Uno de los rasgos más característicos de la flora estudiada es su rareza. Si se suman las plantas muy raras (644) y

las raras (1.020), resultan 1.664 táxones, que representan el 45,6 % de la flora total. Esa rareza justifica el hecho de que muchas de ellas se encuentran actualmente amenazadas por muy diversas razones, concretamente 450 están incluidas en alguna de las tres categorías de amenaza más importantes: en peligro crítico (CR), en peligro (EN) y vulnerable (VU).



Este estudio no hubiera podido realizarse sin la colaboración actual y pasada (P. E. Boissier, S. R. Clemente) de muchos botánicos y botánicos que han estudiado el territorio depositando sus resultados y los testigos



1



2



3



4

1. *Teucrium bracteatum*. Foto: A. Carmona. 2. Sierra de las Nieves. Foto: F. Soriguer. 3. Sierra Bermeja. Foto: A. Pérez Latorre. 4. *Paeonia broteroii*. Foto: A. Pérez Latorre.

de sus descubrimientos en alguna de las importantes revistas científicas y en las colecciones científicas de nuestras universidades. Aunque queda aún mucho por hacer en el conocimiento de nuestra biodiversidad, este trabajo esperamos que sirva de aliciente para empezar o terminar el conocimiento de otros grupos importantes de organismos. En este sentido, este año dedicado a la biodiversidad no debe ser el final sino el principio de los estudios sistemáticos en nuestra comunidad andaluza.

De nada nos sirve conocer lo que tenemos si somos incapaces de gestionar-

De nada nos sirve conocer lo que tenemos si somos incapaces de gestionarlo adecuadamente con vistas a su conservación y su uso sostenible

lo adecuadamente con vistas a su conservación y uso sostenible. La Junta de Andalucía, junto con varios grupos de investigación de las universidades andaluzas, ha creado un modelo basado en la gestión activa, adaptativa y sostenible de nuestros fitorecursos. Para este cometido ha destinado recursos económicos, humanos y materiales con el objetivo de hacer converger conocimiento científico (grupos de investigación) y capacidad técnica a la

hora de impulsar múltiples avances. La nueva Ley de Flora y Fauna Silvestre de Andalucía; los servicios de prospección, colecta e incremento de colecciones vivas, educación para la conservación; el Banco de Germoplasma Vegetal Andaluz; los planes de actuación sobre especies críticas o singulares; las ayudas al mantenimiento e informatización de las colecciones científicas depositadas en algunas de nuestras universidades o la espléndida



1



2



3



4

1. *Drosophyllum lusitanicum*. Foto: M. Becerra. 2. Sierra Alpujata. Foto: F. Soriguer. 3. Botánicos bajo un alcornoque. 4. *Senecio lopezii*. Foto: B. Cabezudo.

Red de Jardines Botánicos en Espacios Naturales de Andalucía, son solo algunos de estos avances.

En 2010, considerado por Naciones Unidas como Año Internacional de la Biodiversidad, nos encontramos con un ingente volumen de conocimientos disponibles sobre nuestra flora y el medio rural en el que se desarrolla. Aun así, es necesario formular propuestas sobre las futuras necesidades asociadas al conocimiento, a la regulación y a la gestión de la flora autóctona de la Comunidad. Por tanto, se precisa una Estrategia de Gestión Integrada de la Biodiversidad andaluza que incorpore

las nuevas tendencias internacionales de gestión de la flora autóctona en el actual contexto de cambio global, para orientar adecuadamente los esfuerzos tanto en materia de conocimiento, como en la gestión de los mismos.

Es urgente culminar la Red de Jardines Botánicos en Espacios Naturales de Andalucía, impulsando la creación de una nueva instalación vinculada a la representación de los recursos vegetales de la Axarquía, Tejeda y Almijara (Nerja). Asimismo, hay que garantizar la viabilidad de las colecciones científicas botánicas (herbarios y bancos), dotándolas de los recursos eco-

Se precisa una Estrategia de Gestión Integrada de la Biodiversidad andaluza que incorpore las nuevas tendencias internacionales

nómicos necesarios y/o de los acuerdos interadministrativos (Universidades y Junta de Andalucía) que las hagan viables. Todo ello unido al incremento de la Red de Parques Nacionales con la creación del Parque Nacional de los Subdesiertos de Almería y el malagueño de Sierras Bermejas para representar así los ecosistemas más singulares de nuestro territorio. ●

Divulgar la Ciencia

Actividades expositivas de SEDOC

> Texto: **Eva Alarcón Fanjul** - Foto: **Javier Sánchez Relinque** / *Uciencia*

El Servicio de Divulgación Científica de la Universidad de Málaga (SEDOC) tiene como misión crear y mantener instrumentos (portal de divulgación científica, revista,...) y servicios (formación y organización de eventos expositivos) que permitan garantizar la óptima difusión y comunicación del conocimiento generado por nuestra Universidad.

La muestra de los resultados de investigación tiene una función primaria: permite poner en contacto a los visitantes de la exposición con los materiales empleados en la práctica profesional y científica. Cada pieza es un instrumento excepcional para que el visitante comprenda mejor los límites técnicos a los que se enfrenta el investigador. Las limitaciones tecnológicas son más difíciles de comprender -si no se visualizan- que las dificultades sociales, políticas, económicas o culturales, todas ellas definidoras del avance científico.

La Ley Andaluza de la Ciencia y el Conocimiento nos da un marco de actuación para que se cumplan objetivos como facilitar el acceso de la ciudadanía al conocimiento como bien público colectivo, e impulsar la participación de la sociedad civil en el Sistema Andaluz del Conocimiento.

Desde esta concepción de la ciencia como bien público que debe ser comunicado y acercado a la sociedad, el SEDOC



Stand de SEDOC durante 'Destino UMA', las Jornadas de Puertas Abiertas de la Universidad de Málaga.

Cada pieza es un instrumento excepcional para que el visitante comprenda mejor los límites técnicos a los que se enfrenta el investigador





Exposición 'Los nuevos esclavos cibernéticos' en la 'Ventana de la Ciencia' del Parque de las Ciencias (Granada).



Ingeniería de Sistemas y Automática y Tecnología Electrónica. Se trata de dar una imagen de la labor que se realiza desde la Universidad con algunos ejemplos significativos, como es el caso de Sancho, un robot que interacciona con las personas; el ERM, un robot medico-quirúrgico que colabora en la innovación en el campo de la medicina y otros utilizados para enseñar la propia robótica, un área que tanto revierte en la mejora de nuestra calidad de vida.

Asimismo, y acorde con el espíritu de la Ley de la Ciencia de acercar la investigación a la ciudadanía como bien público, cada curso se realizan jornadas divulgativas en varios Institutos de Enseñanza Superior con el claro propósito de alentar vocaciones investigadoras. Otras de estas actividades destinadas a los futuros universitarios son las exposiciones, como la de la Feria de

La exposición 'Los nuevos esclavos cibernéticos' mostró la investigación que realiza la UMA en el área de la robótica

la Ciencia Ibn Al-Baytar de Benalmádena. En este caso la investigación que se mostró fue la del departamento de Biología Vegetal. Algunos ejemplos fueron las herramientas de medición de la atmósfera para detectar niveles de pólenes que afecten en las distintas patologías derivadas de las alergias polínicas. ●

organiza y colabora en distintos eventos expositivos que durante este año 2010 se han ido desarrollando.

Hablamos de las Jornadas de Puertas Abiertas de la Universidad de Málaga donde mostramos el trabajo del grupo de investigación ATIC de la E.T.S. Ingeniería de Telecomunicaciones. Este equipo está trabajando en la implantación de la tecnología RFID (identificación por radiofrecuencia) en los vehículos con el objetivo de mejorar la seguridad vial, un aspecto al que se está dedicando gran atención desde la Unión Europea.

Posteriormente, en el mes de abril, el Parque de las Ciencias de Granada acogió la exposición del trabajo de distintos grupos que investigan en la Universidad de Málaga (UMA) en el área de la robótica. En concreto se dieron a conocer los proyectos de dos departamentos de la UMA:



Feria de la ciencia 'Ibn Al-Baytar' de Benalmádena (Málaga).



El jardín histórico, donde coexisten una gran diversidad de especies. /Fotos: Jardín Botánico La Concepción.

La conservación de la biodiversidad vegetal

El Jardín Botánico-Histórico LA CONCEPCIÓN

La evolución de éste y de otros espacios destinados a la conservación y estudio de especies vegetales ha quedado patente a lo largo de la historia. Actualmente son auténticos laboratorios naturales que dedican buena parte de sus esfuerzos a proteger a las variedades más amenazadas.

> **Alfredo Asensi Marfil** / *Director - Gerente del Patronato Botánico Municipal y Pdte. de la Academia Malagueña de Ciencias*
Blanca Lasso de la Vega Westendorp / *Jefa de la Sección de Investigación y Educación Ambiental de La Concepción*

Los motivos para la creación de jardines botánicos han sido cambiantes a lo largo de la historia y en la actualidad no podemos hablar de un concepto homogéneo de los mismos. Los primeros jardines cultivaban “simples vegetales” con fines medicinales. Luego se pasó a la aclimatación de especies útiles de otros continentes, y desde finales del s. XVIII la diversidad vegetal centró sus estudios en la clasificación de las plantas.

La función de los jardines botánicos como centros de conservación de la biodiversidad se puso de manifiesto en la conferencia de la ONU sobre Medio Ambiente Humano (Estocolmo, 1972) y en la definición de la Estrategia Mundial para la Conservación (Chom Challow, 1985) por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN). En la actualidad, la conservación de la

Los primeros jardines sólo cultivaban con fines medicinales hasta que se optó por aclimatar especies de otros continentes

diversidad vegetal está coordinada por la Organización Internacional para la Conservación en los Jardines Botánicos (BGCI).



Estudiantes en los talleres educativos.



Nelumbo nucifera.

En 1994 La Concepción abrió sus puertas al público mostrando los extraordinarios jardines históricos declarados BIC (Bien de Interés Cultural) que crearon las familias Loring-Heredía y Echevarría-Echevarrieta durante los siglos XIX y principios del XX. Con ello se ponía a disposición de los visitantes una extraordinaria diversidad botánica. En los años posteriores se fueron incorporando colecciones de palmeras, crasas, bambúes, acuáticas, frutales, vides malagueñas, baobabs, helechos, orquídeas, bromelias y carnívoras entre otras. Así, hasta conseguir un catálogo que en la actualidad puede estimarse en más de dos mil taxones de muy diversa procedencia, americanos, euroasiáticos, macaronésicos y mediterráneos.

Con el transcurso de los años la labor investigadora y de transmisión del conocimiento en el Jardín Botánico-Histórico La Concepción ha experimentado cada vez más contenido. Son varios los proyec-

tos en marcha en este sentido, entre ellos y por el tema que nos ocupa hay que resaltar el Proyecto Phoenix 2014: Cultivo de plantas amenazadas de España en los Jardines Botánicos.

En 1994 abrió sus puertas al público mostrando los extraordinarios jardines históricos declarados Bien de Interés Cultural

La continua pérdida de biodiversidad ha dado lugar a diversas iniciativas a nivel internacional para aunar esfuerzos y encontrar soluciones. Entre ellas destacan la Estrategia Mundial para la Conservación de las Plantas (GSPC) en el marco del Convenio de Diversidad Biológica (CBD) y la iniciativa Cuenta Atrás 2010. La GSPC contempla que el 60 por ciento de las especies vegetales amenazadas deben estar conservadas en colecciones *ex*

situ, preferentemente en el país de origen, y el 10 por ciento de éstas deben tener su correspondiente plan de recuperación.

La publicación de la Estrategia Europea para la Conservación de las Plantas 2008-2014, elaborada por Planta Europa y el Consejo Europeo, llama la atención sobre la necesidad de abordar estudios para la reintroducción de plantas amenazadas, y aumentar los esfuerzos para cultivar *ex situ* el 60 por ciento de las plantas amenazadas europeas. A nivel nacional, la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y la Biodiversidad promueve: “Impulsar el desarrollo de programas de propagación de especies fuera de su hábitat natural, en especial cuando tales programas hayan sido previstos en las estrategias de conservación, planes de recuperación y conservación.” En el mismo artículo se resalta el papel de los jardines botánicos en los programas de propagación de las especies amenazadas.



Bahuinia variegata.



Phoenix - 2014

El proyecto Phoenix-2014 es una iniciativa de los jardines botánicos de España integrados en la Asociación Iberomacaronésica de Jardines Botánicos (AIMJB) para cultivar y conservar *ex situ* una representación de las plantas españolas más amenazadas.

En el marco de este proyecto el Jardín Botánico-Histórico La Concepción estudia, en colaboración con la Consejería de Medio Ambiente, los protocolos de germinación y cultivo de 10 especies endémicas de la provincia de Málaga, amenazadas y/o en peligro de extinción, que viven en biotopos particulares como son las dolomías y los suelos derivados de rocas ultramáficas. Estas investigaciones permitirán conocer el momento del desarrollo de la planta más adecuado para introducir con éxito las especies en su hábitat natural y será el inicio de posteriores estudios con otras especies que sean susceptibles de desaparecer.

Uno de los fines más importantes del proyecto es exponer una muestra de las especies seleccionadas en el Jardín Botánico y desarrollar un plan de divulgación para dar a conocer a la sociedad nuestras plantas amenazadas y contribuir a crear una concienciación social sobre el problema creciente de pérdida de biodiversidad. Para ello, se ha construido la “rocalla de la biodiversidad” de 700 metros cuadrados donde además de mostrar las especies del proyecto, se cultivan especímenes particularmente raros, amenazados y endémicos que se desarrollan en macrobioclima mediterráneo a nivel mundial.

La conservación de la biodiversidad vegetal como paradigma de la investigación en los jardines botánicos representa la realidad de que es en ellos donde se dan las mejores condiciones para conocer y mantener la diversidad, y no existe institución alternativa alguna con infraestructura y red más amplia y preparada. ●



Arriba, cultivo de especies del proyecto *Phoenix* en el invernadero. Abajo, la nueva rocalla de la biodiversidad. / Fotos: Jardín Botánico *La Concepción*.

¿Dónde estamos?

Jardín Botánico-Histórico *La Concepción*

Camino del Jardín Botánico, 3 29014 Málaga

Reservas: 95 225 21 48

Horario

- Apertura: 09:30 horas.

- Cierre: 17:30 h. (del 1 de oct. al 31 de marzo) y 20:30 h. (del 1 de abril a 30 de sept.).

El Jardín cierra los lunes, el 25 de diciembre y el 1 de enero.

Web: laconcepcion.malaga.eu

básicos de la biodiversidad

> Isabel Ortega Rodríguez / *Uciencia*



Una historia de la biología según el conejillo de indias

Jim Endersby
Ariel, 2009
525 p. ; 23 cm.

Desde Darwin hasta nuestros días hemos pasado de ignorar por completo los mecanismos de la genética a consultar cualquier duda sobre la misma en Internet. Gracias a experimentos con la passiflora, la mosca de la fruta, el conejillo de indias, los guisantes o el pez cebra hemos podido empezar a conocer cómo es y cómo funciona la herencia genética. Jim Endersby nos narra a través de una serie de amenas y divertidas historias de distintos científicos, cómo estos organismos han contribuido a que hoy sepamos más sobre el complejo mundo de la biología

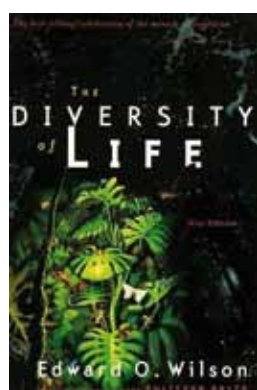


Si la naturaleza es la respuesta, ¿cuál era la pregunta?

Jorge Wagensberg
Tusquets, 2003
126 p. ; 21 cm.

Este libro es una colección de pensamientos resultado de treinta años del autor, investigador y doctor en Física amén de divulgador de la ciencia, dedicados a preguntarse por la realidad, la vida y el conocimiento en sus libros, clases y conferencias.

Este conjunto de reflexiones estimula al lector a pensar, en primer lugar por la perspectiva desde la que trata los distintos temas y también la sutileza con que ve el tiempo, el saber, el arte, el azar... Como Jorge Wagensberg afirma “la historia de la ciencia es la historia de las buenas preguntas”.



La diversidad de la vida

Edward O. Wilson
Crítica, 2001
410 p. ; 23 cm.

Edward Osborne Wilson, entomólogo y biólogo estadounidense escribe esta obra, reeditada en multitud de ocasiones, que nos habla de forma clara, concisa y entretenida sobre la diversidad biológica que es además pieza clave para mantener el mundo tal y como lo conocemos.

Reflexiona Wilson, entre otras muchas cuestiones como las grandes extinciones, sobre uno de los misterios de nuestro planeta, cuál es el origen de la biodiversidad y cómo se creó tanta variedad a partir de tan poca materia física.



¿Qué es la vida?

Lynn Margulis y Dorion Sagan
Tusquets, 1996
207 p. ; 30 cm.

Desde puntos de vista filosóficos y científicos los autores Lynn Margulis, una de las biólogas más prestigiosas de nuestra época, y su hijo Dorion Sagan, escritor científico, ensayista y divulgador, abordan y exploran, en un libro con bellísimas ilustraciones, un tema sobre el que todos nos preguntamos y del que muchas veces no se obtiene una única respuesta.

Si todos tenemos en común los mismos elementos químicos: ¿qué nos diferencia de los minerales?, ¿por qué son ellos materia inerte?, ¿qué es la vida y qué significa estar vivo?...

diversidad biológica en la red

> Isabel Ortega Rodríguez / *Uciencia*

Año Internacional de la Diversidad Biológica



El Año Internacional de la Diversidad Biológica 2010 (IYB por sus siglas en inglés) es una celebración a nivel mundial dedicada a la biodiversidad y a su valor para la vida sobre la Tierra. La diversidad biológica, o biodiversidad, es el término por el que se hace referencia a la amplia

variedad de seres vivos sobre la Tierra y los patrones naturales que conforman dicha diversidad. El Año Internacional de la Biodiversidad pretende llamar la atención sobre la importancia de la biodiversidad en nuestro planeta. Preservarla requiere el esfuerzo de todos.

+ info: <http://www.cbd.int/2010/welcome>

Instituto de Agricultura Sostenible (IAS)

El Instituto de Agricultura Sostenible (IAS) fue fundado en 1992 como un centro singular del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en investigación agraria hacia tres líneas fundamentales: agronomía, mejora genética vegetal y protección de cultivos.

El IAS se orienta hacia los sistemas agrícolas andaluces, estudia las opciones que existen para realizar unos cultivos de forma sostenible y económicamente rentable y que a la vez tengan el mínimo impacto en la degradación y empobrecimiento del entorno.

+ info: <http://www.ias.csic.es/secciones/investigacion.php>



Cátedra de Estudios sobre Hambre y Pobreza (CEHAP)



La biodiversidad, su aplicación a la agricultura sostenible y en consecuencia a la mejora de la alimentación en muchos puntos de nuestro planeta es el objetivo de esta Cátedra. Desde la CEHAP se siguen varias líneas de investigación entre las que destaca: biodiversidad y recursos genéticos.

La Cátedra de Estudios sobre Hambre y Pobreza consigue poner de manifiesto lo que sí podemos hacer desde nuestro entorno para encontrar soluciones a las problemáticas del hambre y la pobreza a través de la sensibilización de la población en Andalucía.

+ info: <http://www.uco.es/catedrasyaulas/cehap/index.html>

Alimentar la mente para combatir el hambre - FAO

La FAO promueve el aula internacional de exploración de los problemas del hambre, la malnutrición y la inseguridad alimentaria. Acabar con el hambre supone, como condición previa, que se produzcan suficientes alimentos, fomentando la biodiversidad y que estos estén disponibles

para todos. Aquí se pueden encontrar módulos de lecciones para maestros, recursos y actividades para jóvenes y un foro interactivo para intercambiar información y experiencias desde todas partes del mundo que quieran participar en la creación de un mundo libre del hambre.

+ info: <http://www.feedingminds.org/inicio.htm>





investigación



desarrollo tecnológico



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
952 13 10 47 vrinvestigacion@uma.es

VICERRECTORADO DE RELACIONES
UNIVERSIDAD-EMPRESA
952 13 20 90 vruni-empresa@uma.es

OTRI, OFICINA DE TRANSFERENCIA DE LOS
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN
952 13 25 91 dirotri@uma.es

VICERRECTORADO DE INNOVACIÓN Y
DESARROLLO TECNOLÓGICO
952 13 43 51 vriddt@uma.es



CONTRATOS Y PATENTES



universidad-empresa



ANDALUCÍA TECH

ATRACCION
DE TALENTO
EN UN CAMPUS
TECNOLOGICO UNICO

