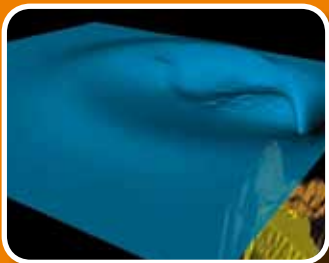


INVESTIGACIÓN



>> Cariño animal



>> Matemáticas vs. Tsunamis

INVENTUM

Lo táctil
está de
moda

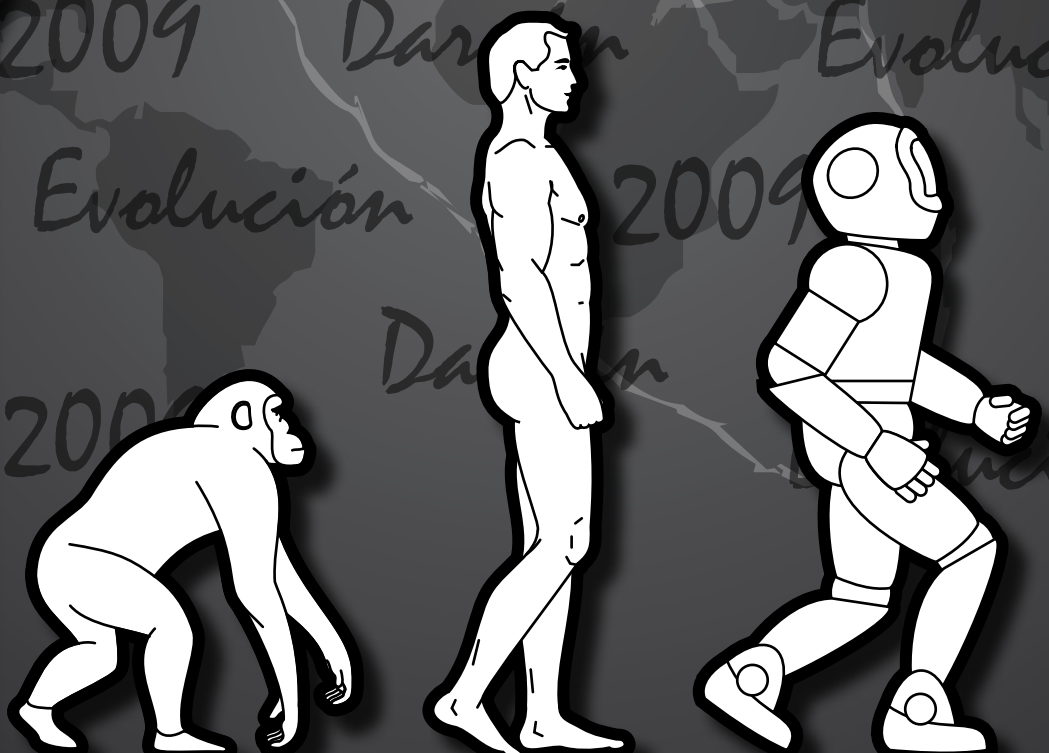


ENTREVISTA
Adelaida de la Calle,
¿adicta a la ciencia?

ESPACIOS PARA LA
CIENCIA
Centro Principia

La huella de Darwin sigue viva

150 años después de *El origen de las especies*, la teoría de la evolución marca pautas en laboratorios, computación e, incluso, en las emociones.





UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Campus de Excelencia



Sembramos Futuro



La Universidad de Málaga, con una ampliación de más de 1.200.000 m², construye la mayor Ciudad Universitaria de Andalucía.

Este moderno espacio es también núcleo del Campus Andaluz de Excelencia, un conjunto de infraestructuras de primer nivel donde desarrollar proyectos conjuntos en formación, investigación y transferencia de conocimiento.

**ENSEÑANZA EUROPEA, DE CALIDAD, ACREDITADA
LA MAYOR CIUDAD UNIVERSITARIA DE ANDALUCÍA**

uma.es



Presentación de la revista Uciencia



José Ángel Narváz Bueno
Vicerrector de Investigación
Universidad de Málaga

“En esta hermosa región no es todo su cielo hermoso y su esplendente sol, que la fama le canta; ni sus naranjos y sus vides, que llevan su nombre a los más remotos países: ni la gracia y el espíritu que en sus hijos reboza y le dan universal renombre; sino que en ella palpita también la vida intelectual, y en su seno viven entendimientos cultivados, que siguen con afán la marcha de la ciencia” (Andalucía Científica. Málaga, 15 de enero 1903).

Divulgar la ciencia, aumentar la cultura científica de la sociedad, fomentar las vocaciones científicas, transferir para innovar. Podemos pensar “Palabras, palabras, palabras”. Ciertamente será un mero “hablar, hablar, hablar” (del dubitativo Hamlet) si no las llenamos de acciones y las dejamos en un hueco enunciado de intenciones.

Se acepta de forma generalizada que el dar a conocer los resultados de investigación y contribuir a la mejora del diálogo ciencia-tecnología-sociedad deben ser objetivos compartidos por las administraciones y las instituciones académicas y de investigación. Sin embargo, este objetivo muchas veces se queda en meras intenciones. El año 2007 fue declarado por el Gobierno español como ‘Año de la Ciencia’, conmemorando el centenario de la creación de la Junta de Ampliación de Estudios, un organismo que permitió a muchos investigadores españoles formarse fuera en centros de extranjeros, lo que favoreció el florecimiento de una ciencia de calidad en nuestro país. En ese año se toma la firme decisión de que la divulgación científica sea una realidad. La Universidad de Málaga se sumó a este empeño creando una estructura estable de divulgación científica, “El Servicio Documentación y Divulgación científica” e incorporándolo, poco después, a la promoción de la cultura científica en sus distintas facetas en su plan Estratégico 2009-2013.

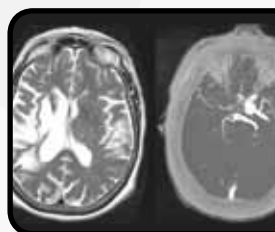
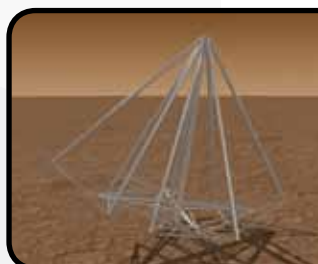


La divulgación como valor social de nuestra Universidad y, sobre todo, de nuestra ciudad y su sociedad civil, tiene unas raíces profundas ya centenarias. *“Vulgarizar nuestro progreso y reflejar lo que de otros convenga tomar, será la atención preferente de esta revista”*. Estas palabras, que podrían ser nuestras, las encontramos en el primer número de Andalucía Científica (Málaga, 1903-1904), órgano de expresión de la Sociedad Malagueña de Ciencias Físicas y Naturales. Más allá de modas hay valores que nos ennoblecen como sociedad y como universidad. Divulgar la ciencia es necesario para acercar esta labor a la sociedad, hacerla asequible, contribuir al fortalecimiento de la cultura y por qué no, como se ha dicho anteriormente, para que muchos jóvenes se planteen la ciencia y la investigación como una salida profesional que contribuye de forma decisiva al progreso social.

Quiero agradecer el esfuerzo de los miembros del Servicio de Documentación y Divulgación Científica de la Universidad de Málaga que ha hecho posible que ustedes tengan en la mano esta publicación, así como a los profesores que han colaborado cumpliendo una parte de lo que es su actividad universitaria, hacer accesible a todos lo que se hace en los centros de investigación.

El valor de la cultura científica y el fomento de la investigación hace ya más de cien años que los hacía propios nuestra ciudad y hoy son un valor de nuestra universidad. Por todo ello, tenemos el placer de presentar esta revista, que pretende ser un nexo más entre sociedad y universidad devolviendo a la sociedad lo que a ella le pertenece.

- EDITORIAL**
- 3** Presentación de la revista Uciencia.
- QUIÉNES SOMOS**
- 5** Servicio de Documentación y Divulgación Científica (SEDOC).
- ACTUALIDAD**
- 6** Noticias más destacadas del ámbito científico.
- FINANCIACIÓN**
- 9** Financiar en tiempos de crisis.
- INVENTUM**
- 10** Patentes como motor de innovación.
- EN PORTADA**
- 12** *Lo que Darwin descubrió al admirar la naturaleza*
- ENTREVISTA**
- 18** **Adelaida de la Calle.** Rectora de la Universidad de Málaga.
- INVESTIGACIÓN**
- 24** *Un suelo lleno de vida*
- 26** *Un mundo de símbolos*
- 29** *Números y realidad: utilizando las matemáticas para modelar nuestro entorno*
- 32** *Darwin y el misterio de las emociones*
- 36** *La genómica de las plantas*
- 39** *Computación evolutiva: el legado de Darwin en la ingeniería informática*
- 42** *Trastornos del lenguaje y medicación*
- ESPACIOS PARA LA CIENCIA**
- 46** **Centro Principia (Málaga)**
- PUBLICACIONES**
- 49** Reseñas de publicaciones de divulgación científica e historia de la ciencia.
- ENLACES WEB**
- 50** Recursos en línea sobre divulgación.



Presidente del consejo editorial
José Ángel Narváz Bueno

Directora
Rosario Moreno-Torres Sánchez

Diseño y maquetación
Aurora Álvarez Narváz

Redacción y edición
Javier Sánchez Relinque

Equipo técnico
Isabel Ortega Rodríguez
(Documentación)
Alejandro Domínguez Fernández
(Informática)

Colaboradores
Adolfo Linares Rueda
M. Carmen Álvarez Herrero
Francisco José Vico Vela
Carlos Parés Madroñal
José Manuel González Vida
Marcelo Luis Berthier Torres
José Damián Ruiz Sinoga
Victoria Eugenia Rodríguez Martín
Gema Senés Rodríguez
Virginia Alfaro Bech
Francisco M. Cánovas Ramos
Pablo Fernández Berrocal
Teresa Cruz Sánchez
Francisco Fernández Amores

Impresión
Imagraf

Edita
Vicerrectorado de Investigación
Servicio de Documentación y Divulgación Científica de la Universidad de Málaga

Institutos Universitarios
c/ Severo Ochoa, 4
P.T.A. - 29590 Málaga
Tel: +34 952 13 72 18
sedoc@uma.es
www.uciencia.uma.es

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

Servicio de Documentación y Divulgación Científica (SEDOC)

Este servicio, que pertenece al Vicerrectorado de Investigación de la Universidad de Málaga, está formado por un equipo interdisciplinar de comunicadores que trabajan con los investigadores en el reto común de transmitir a la sociedad la cultura científica y los resultados de la investigación a través de todos los medios de comunicación.

SEDOC nació en el año 2007 con el apoyo de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). Este impulso inicial le ha permitido ser actualmente una unidad promotora de la divulgación y de la comunicación de la ciencia, así como, gestora y editora de nuevas herramientas y contenidos relacionados con la investigación.

>> Revista de divulgación

La publicación Uciencia es un nuevo soporte para que investigadores y técnicos de la UMA puedan dar a conocer los proyectos y las infraestructuras de investigación donde trabajan día a día. Uciencia se convierte así en un vehículo de la comunidad científica para que ese conocimiento, al que se llega tras años de estudio y trabajo, llegue a la sociedad.



+ info: www.uciencia.uma.es

>> Portal Web Uciencia

A través de esta revista digital se gestiona la divulgación de la información científica técnica, la investigación activa y la cultura científica que se genera en la Universidad de Málaga. Desde SEDOC se apuesta por el rigor y la pertinencia informativa, por ello, se publican las noticias de mayor actualidad y repercusión social.

> Ureco

Base de datos de fuentes de información en línea relacionadas con la I+D+i.

> Enlaces SEDOC

Selección de recursos de información relacionados con la divulgación de cultura científica.

> Utv: Ciencia en Imágenes

Canal audiovisual sobre la investigación de la Universidad de Málaga.

> Ublogs

Red de blogs que SEDOC pone a disposición de los investigadores como soporte para difundir el desarrollo y los resultados de los proyectos.

> Ugallery

Banco de imágenes de carácter científico seleccionadas y clasificadas para su libre consulta y uso.

> Microespacios en imágenes

Píldoras audiovisuales y bilingües dedicadas a la investigación y a la innovación desarrolladas en la Universidad de Málaga.



¿Qué te gustaría leer en el próximo número de Uciencia?
Contamos con tu opinión. Manda tu sugerencia a sedoc@uma.es



¿SE PUEDE MORIR DE INSOMNIO?

El llamado “insomnio letal familiar” (ILF) pertenece al grupo de las enfermedades raras (menos de 100 casos en el mundo) e impide al enfermo conciliar el sueño, hasta tal punto que la vigilia es constante y provoca su muerte.

Una tesis de la Universidad del País Vasco (UPV) ha detectado el origen de la mutación genética que provoca esta patología. En concreto, el País Vasco presenta el 50 por ciento de los casos de ILF registrados en España y, por ello, la bióloga

Ana Belén Rodríguez Martínez, lo tomó como campo geográfico y objeto de estudio.

La investigación ha revelado que la orografía del territorio y el consecuente aislamiento cultural y genético han provocado el llamado ‘efecto fundador’, es decir, la formación de una nueva población -en este caso hace más de 2.000 años- a partir de un número reducido de individuos, por lo que compartirán las mismas características genéticas.

GOOGLE SE ADENTRA EN EL FONDO SUBMARINO

El software de geolocalización de la factoría Google ha incorporado una nueva función llamada Ocean con la que el usuario podrá sumergirse de lleno en el fondo oceánico y marino del globo terráqueo.

Esta nueva característica está disponible en la versión 5.0 de Google Earth y permite la exploración en tres dimensiones de las maravillas que se esconden en el mundo subacuático, complementado con información, fotos y vídeos procedentes de canales como la BBC o National Geographic.

Además, ofrece la búsqueda de datos relativos al calentamiento marino o el estado de la pesca, pasando por material multimedia como las expediciones del famoso Jaques Cousteau o el seguimiento vía satélite de ejemplares marinos en peligro de extinción. En este sentido, y para concienciar a la población de la fragilidad del medio ambiente, el software ofrece la opción de visionar cualquier zona 30 años atrás.



© 2009 Google

EL PRIMER “ROBOT CIRUJANO” ESPAÑOL YA OPERA

En el Hospital Clínico Universitario Virgen de la Victoria de Málaga ha comenzado a utilizarse de forma rutinaria en humanos la primera versión de mercado de un robot asistente para cirugía laparoscópica. Dicho robot, que se guía mediante la voz, está especializado en mover con total precisión el endoscopio usado en este tipo de intervenciones, reduciendo así la duración de éstas.

Desarrollado por el grupo de Robótica Médica de la Universidad de Málaga y fabricado por la empresa española SENER, su patente -actualmente en manos de la universidad- ha sido extendida internacionalmente a Europa, Estados Unidos y Japón.



LA OBESIDAD CONTAMINA

Según un estudio británico publicado por la revista *International Journal of Epidemiology* mantener la línea no sólo afecta positivamente a uno mismo sino también al planeta.

Varios experimentos han demostrado que las personas que padecen obesidad consumen un 18 por ciento más de energía que las que tienen un peso normal o adecuado. En este sentido, el estudio revela que esta tipo de población emplea de forma más frecuente el transporte público y consume mayor cantidad de alimentos.

Según afirmó Phil Edwards, uno de los autores del proyecto, “en sociedades delgadas, como la de Vietnam, se consume un 20 por ciento menos de alimentos y su grado de contaminación es inferior a zonas con un gran porcentaje de obesos en

la ciudadanía”.

Además, gracias a esta investigación, se ha puesto de manifiesto que la población mundial tiende a engordar, siendo esta media de más de tres kilos en el caso de Reino Unido.



Foto: Isftic

EL MAPA GEOLÓGICO MÁS ANTIGUO DE ESPAÑA

Hasta la fecha se consideraba que el Mapa Petrográfico del Reino de Galicia, realizado por Guillermo Schulz en 1835, era el primer mapa geológico de nuestro país. Sin embargo, Ester Boixereu, geóloga del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), afirma en el *Boletín Geológico y Minero de España* que un año antes el cartógrafo francés Frederic Le Play había publicado en Francia un mapa geológico y minero de Extremadura y del norte de Andalucía.

El mapa de Le Play publicado en 1834, no sólo es el más antiguo sino el primero en el que se aplica el Sistema Métrico Decimal. Con una escala de 1:1.000.000 en leyenda de este mapa se distinguen nueve litologías distintas y los principales indicios mineros y establecimientos metalúrgicos.

Por su parte, la aparición del primer mapa geológico de la historia fue realizado por William Smith para Inglaterra y Gales en 1814.



Foto: IGME

EL PRIMER COCHE VOLADOR PIDE PISTA



El sueño de saltarnos los atascos sobrevolándolos parece que cada vez está más cerca. El prototipo de *Terrafugia Transition*, un automóvil capaz de transformarse en aeroplano en sólo 30 segundos, se ha presentado en el Museo de Ciencia de Boston (EE. UU.).

Este primer diseño está pensado para dos ocupantes y se maneja gracias a su barra de control y pedales de timón en el aire, y a un volante clásico y pedales para acelerar y reducir la marcha en el asfalto.

Con una velocidad de 185 km/h por aire y 129 en tierra, este vehículo híbrido se comercializará por 194.000 dólares a finales de 2010, fecha en la que, según Carl Dietrich, fundador de la compañía, “cambiará el mundo de la movilidad personal”.

LA SOLUCIÓN A LA CEGUERA PASA POR LAS CÉLULAS MADRE

Un equipo de científicos del Reino Unido ha desarrollado un tratamiento a partir de células madre para curar la primera causa de ceguera, conocida como degeneración macular o DMAE y que afecta, en mayor medida, al centro de la retina de la población mayor de 60 años.

Se trata de una técnica basada en la sustitución de células degeneradas por otras obtenidas a partir de células madres embrionarias. Así, se contrarrestarán los casos de pérdida de visión registrados sobre todo en personas de la tercera edad y que se verán multiplicado en el futuro debido al aumento de la esperanza de vida.

La investigación, realizada por el University College de Londres y Moorfields Eye Hospital, llegará a los pacientes en unos siete años con el apoyo de grandes farmacéuticas que ya se han interesado por este tipo de intervención ocular.

UNESCO PRESENTA LA BIBLIOTECA DIGITAL MUNDIAL

“Una catedral cultural”. Así fue definida por la UNESCO la Biblioteca Digital Mundial (BDM) en su presentación en París.

A partir del material recopilado de archivos como el de la Biblioteca de Alejandría, la Biblioteca Nacional de Francia o la del Congreso de los EE. UU., se pueden encontrar desde contenido audiovisual de finales del siglo XIX, antiguos manuscritos chinos, pasando por las descripciones de Egipto realizadas por autores franceses tras la incursión africana de Napoleón en 1798.



Esta base documental, multimedia y totalmente gratuita, está traducida en siete idiomas y cuenta con la colaboración de 32 instituciones de todo el mundo, además de compañías, como

Google y Microsoft, que han apoyado su financiación.

La BDM está abierta al público desde mayo en la dirección web www.wdl.org, página que presume de tener alojados los mayores tesoros culturales del mundo, y que, gracias a las técnicas de digitalización, pueden ser consultados a golpe de clic.

Foto: Isflic





HELADOS ECOLÓGICOS EN UN PISPÁS

Un estudiante de la Universidad de Córdoba (UCO), ha diseñado una máquina que dispensa helados saludables y naturales al instante.

José Manuel Baena, alumno de Ingeniería Técnica Industrial de la UCO, creado un artefacto que permite la obtención de este postre en tan sólo 15 segundos. A través de dos compartimentos, uno para el yogur y otro para la fruta, el usuario sólo debe escoger los sabores y al momento podrá disfrutar de un delicioso helado, eso

sí, sin conservantes ni colorantes.

El precio de cada helado oscilará entre los 3 y 4 euros y su tamaño rondará los 300 centilitros, con un aporte calórico entre seis y siete veces menos que las alternativas comunes y tres veces por debajo de los propios dietéticos.

El objetivo de su creadores es distribuir su máquina en restaurantes de cierta distinción para ofrecer a los clientes una alternativa diferente y, por supuesto, de calidad.

EL MÓVIL Y LA “@” RECIBEN EL PRÍNCIPE DE ASTURIAS



Martin Cooper, “padre” del teléfono móvil, y Raymond S. Tomlinson, creador de la “@” de los correos electrónicos, han sido galardonados con el Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica de este año. Según ha valorado el Jurado, “sus investigaciones han revolucionado la manera de comunicarse de miles de millones de personas en todo el mundo”.

Cooper inventó en 1973 el primer teléfono móvil portátil y supervisó durante diez años los estudios necesarios para sacar el producto al mercado. Además, desarrolló el sistema de antenas inteligentes que a la postre influiría en la Internet inalámbrica de largo alcance.

Por su parte, Tomlinson creó la primera aplicación de correo electrónico de ARPANet (precursora de la Internet actual) con el fin de enviar mensajes entre ordenadores. Para ello eligió la “@” que distinguiría los correos locales de los globales y que, posteriormente, se extendió al E-mail.

ANTICONCEPTIVO DEFINITIVO EN SIETE MINUTOS

Un nuevo método de esterilización femenina que no necesita de cirugía y cuyo tiempo de intervención no supera los siete minutos se ha comenzado a aplicar en una veintena de centros hospitalarios españoles.

Se llama Essure y cuenta con una efectividad de casi el cien por cien. Además de fiable e indoloro, no requiere ingreso hospitalario. Consiste en la colocación de un muelle de titanio y níquel en las trompas de Falopio con el fin de que crezca tejido en su interior, quedando obstruidas en un periodo de tres meses e impidiendo, así, el paso de espermatozoides al óvulo.

Son ya miles las mujeres que han optado por este método anticonceptivo



Foto: © Eussure

desde que se aplicara por primera vez en el Hospital Reina Sofía de Córdoba en el año 2003.

UN NUEVO CONTINENTE FLOTANTE... Y MALOLIENTE

Una isla de nueve millones de kilómetros cuadrados - el doble de Estados Unidos - se encuentra a la deriva entre Japón y California, mientras rodea a Hawai. El problema se reside en sus “habitantes”: unos 100 millones de toneladas de basura, en su mayoría de origen inorgánico, como los plásticos. Conocida como “El parche de basura del Pacífico”, esta mancha co-

menzó a formarse en 1950 y ha ido multiplicando sus dimensiones alrededor de diez veces por década.

Según la ONU, ésta ha causado ya la muerte de cerca de un millón de pájaros y cien mil mamíferos marinos. Hasta la fecha no hay planes para su limpieza, que tendría un coste de cientos de millones de euros.



FINANCIAR EN TIEMPOS DE CRISIS

>> **Francisco Fernández Amores**

Aun en tiempos de crisis, o a decir mejor, especialmente en estos momentos, es cuando el ser humano agudiza su ingenio para crear y para inventar. La necesidad es el mayor acicate para la creatividad, incluso tiene su base fisiológica: la grelina. Conocida como la hormona del hambre, de la que se sabe que estimula el apetito, hace aumentar las conexiones nerviosas junto a las capacidades de aprendizaje y memoria cuando viaja desde el estómago vacío al cerebro.

La innovación aparece – ayudada de ese ingenio – para dar cobertura a las necesidades de una sociedad dinámica, que exige servicios y productos adaptados a las rutinas del siglo XXI.

Ejemplo de ello son las generaciones actuales. Éstas no pecan precisamente de recatadas, son más exhibicionistas, no dudan en colgar las fotos de la última movida en su cuenta de Tuenti o Facebook y compartirlas con quienes deseen. Los padres se cuestionan sobre la seguridad y el respeto a la intimidad que puedan ofrecer estos sistemas de redes sociales. El proyecto Feel@Home aborda tan delicado tema.

Imagina que en el ordenador de tu casa tienes las fotos digitales de tus amigos. Cuando llego a casa, me dirijo al equipo informático y escucho el ruidito típico del disco duro girando y el procesador trabajando, alguien está accediendo desde fuera, quiero saber quién es. Es mi hermano, que desde Lyon, sigue subiendo fotos de mi sobrinito. Tengo habilitado el acceso a amigos y familiares a mi PC, pero además quiero saber en cada momento quién accede, porque soy un maniático del control.

Feel@Home, del grupo de investigación de la Universidad de Málaga, dirigido por Francisco J. López, trabaja en dicho software para crear ese entorno de seguridad. De hecho, grandes empresas de Telecomunicaciones como Telefónica y Orange, interesadas en ofrecer nuevos servicios desde el móvil y en los pingües

beneficios que reportan, también participan en el proyecto.

Uno de los platos fuertes de esta vida digital es la música. Quizás porque es una parte de tu identidad. El siguiente proyecto, MUSITEKA, del grupo de la UMA, dirigido por Lorenzo Tardón, es muy útil para las emisoras de radio. Está basado en un software que identifica listas y estilos de canciones, genera búsquedas en bases de datos de material discográfico y listas inteligentes a partir de similitudes de estilos. Empresas distribuidoras de música digital también ven con buenos ojos la aplicabilidad a sus servicios de este programa.

Este software, utilizado en una versión más antigua en el anterior proyecto del grupo, CANTIGA, permitía la discriminación de contenidos musicales de los contenidos hablados, para posteriormente indexarlos. Así se consiguió desenmarañar un amplio catálogo de archivos sonoros, que contenían clases magistrales, impartidas por los máximos exponentes musicales de la música clásica, que albergaba la Fundación Albeniz en sus fondos. Archivos de audio digital de larga duración (una o varias horas), en los que las instrucciones de afamados músicos se mezclaban con las interpretaciones de los alumnos. El programa permitía diferenciar las partes habladas de las musicales, generar un índice y facilitar el acceso directo a los comentarios del profesor. La versión actualizada, más refinada y de utilidad para las emisoras, facilita la identificación de voz, de anuncios comerciales y de canciones. Esto ayudará al anunciante a verificar en qué momento específico se emitió su anuncio y a quienes gestionan los derechos de autor, a controlar las canciones radiadas.

Estos proyectos tienen en común estar subvencionados por las ayudas del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio a las acciones innovativas, coparticipadas entre empresas y organismos públicos de investigación, dentro del Plan Avanza.

>> Financiación I+D+i

> **Ayudas.net / Econet**

<http://www.ayudas.net/>

Destinatario: Empresas y entidades

> **Junta de Andalucía. Investigación. Ayudas y subvenciones**

http://www.juntadeandalucia.es/temas/personas/ciencia_ayudas.html

Destinatario: Personas físicas y entidades

> **Programa Spin-Off /Universidad de Málaga**

<http://www.uma.es/ficha.php?id=1385>

Destinatario: Personas físicas

> **Ayud@tec: Portal de ayudas del MITYC**

<http://www.mityc.es/portalayudas/Paginas/index.aspx>

Destinatario: Personas físicas

> **Ministerio de Educación. Convocatoria de becas, ayudas y premios**

<http://www.mepsyd.es/educacion/universidades/convocatorias.html>

Destinatario: Personas físicas y entidades

> **Ministerio de Educación. Financiación pública de la Investigación**

<http://www.mepsyd.es/educacion/universidades/investigacion/financiacion-publica.html>

Destinatario: Personas físicas y entidades

> **Comisión Europea. Acceso a la Financiación para empresas**

http://ec.europa.eu/youreurope/business/access-to-finance/index_es.htm

Destinatario: Empresas

Aunque en nuestra sociedad del bienestar, difícilmente pasaremos hambre, si algo nos va a enseñar la crisis financiera, es que la globalización también acelera las repercusiones y como en un efecto dominó, la caída de unos bancos en los Estados Unidos ha propiciado una de las mayores crisis económicas globales de los últimos tiempos. El mundo ha entrado en recesión. Es de celebrar que algunos gobiernos apuesten por la innovación y la creatividad para poder salir de esta situación.

>> EVOLUCIÓN Y PATENTES

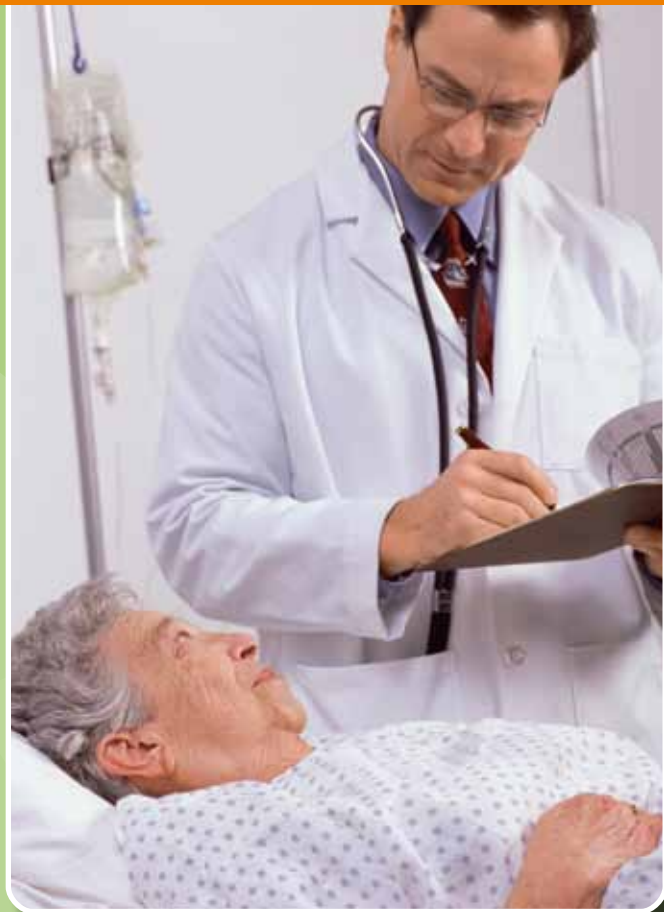
Adolfo Linares Rueda
Técnico de Patentes

La selección natural ha constituido el único motor de la evolución durante millones de años hasta la intervención del hombre, único organismo capaz de causar excepciones a la misma. Durante miles de años ha manipulado, en cierto modo, la evolución de distintas especies mediante el cruzamiento de organismos seleccionados en base a características que han resultado de su interés (agrícola o de otro tipo). En este sentido, el desarrollo de la biología molecular y otras disciplinas científicas afines han sido determinantes en la capacidad humana de “violiar” la teoría de la evolución.

Y si podemos asumir que la selección natural y, en cierta medida, la selección “artificial” realizada por el hombre, son los motores actuales de la evolución, no es menos cierto que las patentes constituyen uno de los principales acicates del progreso científico-tecnológico y, por extensión, socio-económico. Tanto es así que algunos de los principales hitos de la biología molecular y afines, que han posibilitado la intervención humana en la selección natural, han sido, tras su descubrimiento, objeto de patente. Ejemplos de esto son la técnica PCR, que permite realizar millones de copias de una secuencia de ADN, y que fue descubierta por Kary Mullis en 1980, recibiendo por ello 10.000 dólares de su empresa Cetus, que patentó la técnica en 1985 para posteriormente, en 1991, venderla por 300 millones de dólares a la multinacional farmacéutica Roche; o la sin duda más polémica clonación de animales, de gran repercusión mediática gracias a la oveja Dolly, tras cuya obtención se encuentra una familia de más de cuarenta patentes del Instituto Roslin de Edimburgo.

Los anteriores son sólo algunos ejemplos, y aunque son de los más representativos, no son más que granos de arena en una playa: una burda búsqueda de patentes que hagan referencia a ARN o a ADN, las moléculas que constituyen los pilares de la vida y las principales piezas con las que juega la selección natural, rinde más de 350.000 documentos. Más aún: la Clasificación Internacional de Patentes, que en su 8ª edición (año 2006) comprendía más de 70.000 grupos, dedica uno de ellos exclusivamente a patentes relacionadas con técnicas de mutación o de ingeniería genética (unas 100.000 patentes y en aumento), y existen otros tantos grupos que aglutinan otras tantas (miles) patentes biotecnológicas.

A modo de broma, podríamos decir que ha sido una suerte que los mecanismos de la selección natural fueran anteriores al hombre, porque de otra forma, con lo que tendría que pagar hoy día a las farmacéuticas propietarias de la mayoría de las patentes que protegen sus herramientas de trabajo por hacer uso de las mismas, tendría que haber cambiado de oficio o haberse instalado en otro planeta. ¿O tal vez lo hizo?



>> VACUNA ESPAÑOLA FRENTE A ALZHEIMER

Su comercialización se iniciará en 2015

A mediados de febrero, diversos medios se hicieron eco de la obtención por parte de la empresa aragonesa Araclon Biotech S.L. de una patente europea para una potencial vacuna contra el Alzheimer. La patente en cuestión protege, entre otros, unos anticuerpos capaces de reconocer específicamente los principales péptidos asociados con el Alzheimer. En la actualidad, la empresa se dispone a iniciar los estudios preclínicos y pretende abordar la fase clínica en humanos en 2010. Las pruebas realizadas en animales muestran una efectividad total, por lo que las expectativas son más que buenas, y podrían iniciar la comercialización allá por 2015.

Sin embargo, hay que ser prudente: en 2003, otra potencial vacuna contra la enfermedad tuvo que ser retirada por provocar meningitis en los pacientes tratados. De hecho, la patente europea de Araclon podría colisionar con patentes de otras empresas, como Innogenetics, ABETA, Athena Diagnostics, o Neuralab, entre otras. Además, Araclon Biotech no está sola en esta carrera: una simple búsqueda en Espacenet, la base de datos de patentes de la Oficina Europea de Patentes, permite identificar un buen número de empresas con patentes al respecto. Por ejemplo, SmithKline Beecham ha patentado el gen de una enzima a partir del cual esperan desarrollar productos para el tratamiento, diagnóstico y prevención del Alzheimer. Pharmacia, adquirida por Pfizer, apuesta por una terapia combinada basada en la administración simultánea de un anticuerpo y un inhibidor. Novartis apuesta por una vacuna basada precisamente en una de las dianas de la patente de Araclon Biotech. Y la lista de laboratorios sigue: entre otros, Neurochem, GenoLac BL, Mindset BioPharmaceuticals, o DNA-VEC, en cuya patente participa el Gobierno de Japón.

>> ÓRDAGO DE BRASIL A LAS MULTINACIONALES FARMACÉUTICAS

Importará genéricos para reducir el precio de un anti-sida

El pasado 16 de febrero el Ministerio de Salud de Brasil recibía 2,1 millones de unidades del fármaco anti-sida Efavirenz producidas por Farmanguinhos, el Instituto Tecnológico en Fármacos brasileño. Este es el último episodio, hasta la fecha, de una historia que arranca formalmente el 4 de mayo de 2007, cuando el propio presidente de Brasil, Lula da Silva, tras una serie de negociaciones infructuosas con la multinacional Merck Sharp & Dome, anunciaba la concesión de una licencia obligatoria sobre los derechos de propiedad industrial del citado laboratorio farmacéutico vinculados al antirretroviral Efavirenz.

Las patentes constituyen un incentivo para el desarrollo tecnológico. La patente confiere a su propietario el derecho a evitar que terceros exploten su invención sin su consentimiento por un período máximo de 20 años, período que en el caso de los productos farmacéuticos puede verse ampliado. ¿Cuál es el problema?

El laboratorio, con objeto de recuperar la inversión realizada en I+D+i, marca unos precios de mercado; y aunque éstos difieren entre países desarrollados y países en vías de desarrollo, para estos últimos son, en muchos casos, inasumibles.

En este contexto, Brasil, ante la negativa de la multinacional a rebajar sus precios, recurrió al acuerdo sobre los ADPIC (Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio) y concedió unilateralmente una autorización legal a Farmanguinhos para que iniciase la producción del antirretroviral, y, mientras tanto, importó un genérico equivalente desde India, principal proveedor mundial de antirretrovirales de bajo coste. Farmanguinhos continúa la producción, esperando completar 15 millones de comprimidos a finales de 2009, y 30 millones en 2010, lo que permitirá satisfacer la demanda nacional; y se plantea producir para otros países amparándose en el referido acuerdo.



Indudablemente relacionado con el caso Brasil, GlaxoSmithKline, otro gigante farmacéutico, ha anunciado recientemente que reducirá los precios de sus medicamentos en los países más pobres del mundo y en aquellos en vías de desarrollo. Y es que lo ocurrido a Merck Sharp & Dome en Brasil constituye una lección de obligado estudio para el resto de multinacionales farmacéuticas.

>> SURFACE: MICROSOFT vs APPLE

La mesa multitáctil de Bill Gate podría haber copiado una tecnología ya patentada

A principios de este año Microsoft presentaba en España Surface, que consiste en una pantalla horizontal de gran formato con tecnología multitáctil que permite que varios usuarios actúen simultáneamente sobre la pantalla gestionando archivos mediante el uso de varios dedos, y capaz de reconocer objetos físicos que, depositados sobre la pantalla, permiten el acceso e intercambio de los archivos contenidos en los mismos.

Surface recuerda a la pantalla que utilizaba Tom Cruise en *Minority Report*, o, más recientemente, la que utilizan los investigadores de *CSI Miami*, y habrán pensado que por fin la ficción se hace realidad. Sin embargo, la historia de Surface se inicia en 2001, un año antes del estreno de *Minority Report*, desarrollándose su prototipo en 2003, y presentándose finalmente en 2007, aunque la tecnología ya fuera patentada en 2006.

Pero Microsoft no es la única ni la primera en integrar la tecnología multitáctil en una pantalla de ordenador. Un año antes de que Microsoft presentara por primera vez Surface, Jeff Han, un investigador de la Universidad de Nueva York, daba a conocer una pantalla multitáctil, cuya tecnología sería desarrollada y mejorada por la empresa Perceptive Pixel (fundada por el propio Han), y de la que ya dispone el ejército estadounidense o la propia CNN, que la utilizó durante la retransmisión de las

últimas elecciones primarias y generales celebradas en Estados Unidos. Tampoco podemos olvidar, como seguro tienen en mente, a Apple, a la que acaban de conceder los derechos de propiedad industrial de la tecnología multitáctil implementada en sus iPhone y iPod Touch, y que, según parece, se extenderá a las pantallas de sus ordenadores.

Pero Apple se lo toma en serio, y ya ha manifestado su intención de perseguir a todo aquel que utilice su tecnología multitáctil patentada, por lo que será interesante ver si interpone demandas contra Perceptive Pixel o Microsoft, que acaba de obtener su patente número 10.000. De esta forma se sitúa por encima de Intel en el ranking de empresas que más patentes solicitaron en Estados Unidos, además de contar con más de 40 abogados especializados en litigios de patentes.



Lo que Darwin descubrió al admirar la naturaleza

Las efemérides del nacimiento de Darwin y de la publicación de su obra “El origen de las especies” han removido el sedimento de su legado. Se analiza la aportación de su teoría a la visión actual de la evolución biológica en el contexto de la genética moderna.



>> M. Carmen Álvarez Herrero

El bicentenario del nacimiento de Darwin, coincidente con el 150 aniversario de la publicación de *El origen de las especies*, es una gran oportunidad para valorar su legado, que va mucho más allá de una teoría de la evolución del mundo vivo. Quizá su capacidad de maravillarse como un niño ante los paisajes que descubrió en su viaje, el poder

escudriñar lo que tenía ante sus ojos para ver más allá de lo racional, y finalmente su humildad y discreción para superar las resistencias de sus detractores, fue lo que le condujo a una contribución a la ciencia, con calado de auténtica revolución. Ese espíritu capaz de quedarse atónito ante la naturaleza, lo revela Darwin en el último párrafo de su gran obra: *There is grandeur*

in this view of life "Hay grandeza en esta visión de que la vida, con todo su poder, fue infundida inicialmente a unas pocas formas, o solo a una; y que mientras este planeta ha mantenido su rumbo, según la ley inmutable de la gravedad, a partir de un comienzo tan simple, han ido y siguen evolucionando un sinnúmero de las más bellas y maravillosas formas.

Nuestro pequeño planeta está poblado por una extraordinaria diversidad de seres vivos, capaces de aprovechar todas las formas de energía. Ello permite que se adapten a ambientes tan extremos como fondos marinos, rocas antárticas, desiertos, o fumarolas volcánicas. Esta multiplicidad de formas y funciones se conoce como biodiversidad y se ha generado gracias a la evolución de un sistema genético universal formado por moléculas de ADN y ARN (Fig. 1).

Sabemos en la actualidad que todos los seres de la naturaleza han derivado de uno o un pequeño número de ancestros que vivieron hace 3.5 billones de años. Paralelamente, todos los genes de cada uno de los seres vivos descienden de unos pocos genes originales. Esta concepción moderna del mundo vivo, surgió solo hace 150 años, cuando Charles Darwin, autor de la

teoría de la evolución, aportó evidencias contundentes sobre la “descendencia con modificación” y la selección natural como mecanismo clave de ésta.

La visión actual de la evolución surgió de la síntesis de la teoría de la selección natural de Darwin y de la genética mendeliana, complementadas con herramientas de la biología molecular. La aproximación molecular de la evolución, no solo ha consolidado sus pilares, sino que ha abierto nuevos horizontes, ante los que el mismo Darwin se habría quedado boquiabierto. Sabemos que las formas biológicas se crean y mantienen gracias a la interacción de distintas fuerzas evolutivas, donde la selección natural juega un papel crítico al promover la adaptación al entorno. La evolución, más allá de un relato histórico, nos ayuda a entender por qué la vida es como es, permitiendo abordar cuestiones

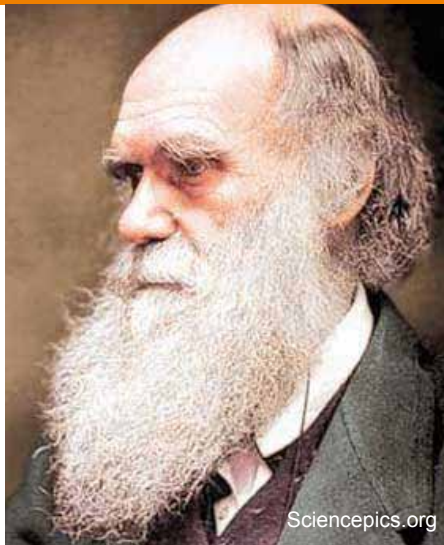
como: ¿Por qué un organismo se desarrolla a partir de una única célula? ¿Por qué es así el código genético? ¿Por qué existe la reproducción sexual? Su repercusión ha ido más allá de los límites de la ciencia, habiendo alcanzado todos los ámbitos de la sociedad humana. Hoy podemos saber mucho más que Darwin, pero nuestra teoría actual de la evolución es básicamente la misma que la suya. Por eso el genio científico de Darwin le ha situado en el podio de la ciencia contemporánea. Este británico nos puso en el camino de la evolución y por él sigue avanzando la biología evolutiva, con el empeño de conocer un poco mejor nuestra biosfera, incluyendo al hombre, como parte integrante de ella. La revolución biológica que inició Darwin en 1859 ha calado muy hondo en el campo de la ciencia, aunque solo ha llegado a penetrar parcialmente en el conjunto de la sociedad.

>> Darwin y su entorno

Charles Darwin nació en 1809 en Inglaterra, en el seno de una familia acomodada y culta, destacó desde muy joven por su afición como naturalista.

A finales de 1831 inició un viaje de 5 años en el H.M.S. Beagle en el que recorrió las costas del sur del Atlántico y del Pacífico. En sus largas expediciones tierra adentro, recolectó, observó y trató de interpretar la flora, la fauna y las formaciones geológicas, sobre todo de América del Sur. En las Galápagos se sintió muy cerca de ese “gran misterio de los misterios” (sustitución de unas especies por otras), que recogió en su cuaderno de notas “El diario de los investigadores”.

En 1838 le surge la chispa de su teoría al leer un ensayo de Malthus, donde exponía que la población humana tiende a crecer a mayor ritmo que los recursos necesarios para la supervivencia, lo que



Sciencepics.org

provocaría una lucha por la existencia. En la intuición de Darwin: si los individuos difieren en su capacidad para sobrevivir y esas variaciones son heredables, estas serían seleccionadas de forma natural (“selección natural”). Darwin consciente

de la fragilidad de “su teoría”, sobre todo por desconocer las leyes de la herencia, junto a la hostilidad que esperaba de la sociedad victoriana, no se atrevió a publicarla hasta que recibió un artículo de A.R. Wallace, que le sirvió como detonante al contener una teoría evolutiva similar a la suya.

Su gran obra: *El origen de las especies por medio de la selección natural* que publicó finalmente en 1859, fue una explosión madura de ideas incubadas durante 20 años, ideas que ya había vertido en cuadernos de notas, manuscritos y cartas. Una obra llena de entusiasmo y perspicacia inductiva, producto de un hombre joven, que regresó de su viaje rebosante de sensaciones. La odisea intelectual de Darwin acerca de la evolución, resulta incluso más cautivadora que las aventuras que vivió a bordo del Beagle.



Figura 1. **Biodiversidad:** A modo de hilos de agua de una cascada, también en el árbol de la vida se van desgajando ramas progresivamente. “Pináculo” de aves marinas en época reproductiva y floresta primaveral, dos bellos exponentes de la naturaleza que maravilló a Darwin. Fotos: M. Carmen Álvarez Herrero.

>> Evolución y Biología Molecular

Después de un siglo de confusión y disputa, la teoría de la evolución de Darwin, se fundió con la genética y otras ramas de la biología, resultando en la teoría sintética, de la que fue un gran protagonista el prestigioso genetista de poblaciones T. Dobzhansky, autor de la frase: “Nada tiene sentido en biología si no es a la luz de la evolución”. En la teoría sintética, además de la selección natural se integran otras fuerzas (mutación, flujo genético y deriva), de cuya interacción resulta el modelado de los rasgos biológicos de los individuos de una población, en un momento determinado de su historia.

La teoría darwiniana fue recibiendo apoyos cada vez más sólidos y clarificadores, de disciplinas biológicas nacidas en el siglo XX, como bioquímica, genética, ecología, etología o neurobiología. Pero fue sin duda la biología molecular la que mayor impulso dio a la teoría de Darwin.

En la época en que la evolución fue de la mano de la genética clásica o mendeliana, no se conocía ni el material básico de los genes, ni cómo estos controlan el funcionamiento y desarrollo de los organismos. Si bien la bioquímica del material genético se conoció en la

primera mitad del siglo XX, no fue hasta el periodo 1940-1965 cuando ocurrió un avance revolucionario de la biología, al establecerse por fin a nivel molecular la naturaleza de los genes, cómo se duplican, cómo funcionan, cómo pueden cambiar por mutaciones, cómo se regulan y cómo evolucionan. Todo ello bajo un prisma de unidad y simplicidad, que abarcaba a todos los seres vivos.

Su capacidad para maravillarse como un niño ante los paisajes, ver más allá de lo racional y su humildad fue lo que le condujo a su auténtica revolución en la ciencia

Las técnicas de biología molecular, permitieron a finales del siglo pasado, manipular (amplificar, cortar, pegar) las moléculas genéticas de ADN y ARN, abriendo las puertas a la “clonación” de genes individuales y por ende al conocimiento de sus secuencias; es decir, al significado de los genes en lenguaje de proteínas, piezas protagonistas en la construcción y funcionamiento de los

seres vivos. A partir de este momento, la biología molecular y la evolución caminan de la mano, habiéndose generado un sinfín de datos de secuencias y de marcadores moleculares de innumerables organismos. Este análisis molecular ha puesto de manifiesto un hecho evolutivo de gran relevancia, y es que gran parte de la variación genética tiene un efecto mínimo en la eficiencia biológica de los individuos; o dicho, de otro modo, que el efecto de esa variación sería “neutro”, ni perjudicial, ni beneficioso, en relación a la capacidad de adaptación de los organismos. Este descubrimiento dio lugar a la teoría Neutralista, liderada por el japonés M. Kimura en 1969, que lejos de desautorizar, complementa a la Teoría adaptativa por selección natural de Darwin.

Con el desarrollo de la biología molecular, las técnicas analíticas del ADN han ido aumentando su potencial, para finalmente llegar a establecer las secuencias de genomas completos, habiendo sido el primero el de nuestra especie en el 2003, seguido de los de otras especies de distintos grupos taxonómicos y de todos los niveles de complejidad, desde virus, bacterias, arqueas y eucariotas. En la actualidad se pueden contar por cientos las especies cuyos genomas están secuenciados.

La contribución más llamativa de la biología molecular a la evolución es el hallazgo del hermanamiento entre los seres vivos. Si bien para Darwin el parecido entre organismos fue algo más que evidente, el alcance de ese parecido no se reveló hasta que se descubrieron los principios universales de la biología molecular, a mitad del siglo pasado. El dogma central de esta rama científica afirma que todos los organismos (excepto algunos virus) utilizan la molécula ADN para almacenar su información genética, información que transcribe en una molécula de ARN, la cual se traduce mediante un código genético universal en una secuencia de proteínas. Esto supone que el código que define la vida y las funciones moleculares más básicas para la célula, se han conservado prácticamente inalterables a lo largo de grupos tan distantes en la evolución, como bacterias, la levadura de cerveza, o el hombre. Todos los seres vivos compartimos pues el mismo lenguaje genético, así como los procesos que lo transforman en lenguaje de proteínas, con lo que ello supone en la estructura y función de las células/organismos. No podía existir un vínculo biológico más fuerte de unidad entre los seres vivos que la universalidad del “sistema genético”.

Otra aportación destacable de esta área científica a la evolución, es haber revelado la enorme cantidad de genes compartidos por especies, incluso muy separadas en el árbol evolutivo. Genes que cuando se transfieren de unas especies a otras, son acogidos e interpretados como si de los propios se tratara, llegando incluso a restablecer la función en un individuo con el gen en cuestión mutado (inactivo). Un ejemplo de este tipo nos lo ofrece el gen FOXP2, el cual según el equi-

No podía existir un vínculo biológico más fuerte de unidad entre los seres vivos que la universalidad del “sistema genético”

po de la Dra. Scharff, de la Universidad de Berlín, es esencial para aprender la secuencia de movimientos de labios y lengua del lenguaje humano, pero también se requiere para el aprendizaje del canto de los pájaros. Este ejemplo ilustra una situación muy generalizada en la distribución de genes por el árbol de la vida, que nos revela que, aunque las formas, estructuras, comportamientos, adaptaciones, etc. parezcan muy distintas, tenemos mucho más lazos que nos unen, que diferencias nos separan.

Cuando Darwin para representar la jerarquía entre especies, trazó en su cuaderno “b”, el árbol de la vida (Fig. 3), probablemente no podía imaginarse que ese árbol con diseño infantil se iba a convertir en un “frondoso drago”, como los que nos ofrecen las filogenias actuales, utilizando datos de secuencias moleculares. La información evolutiva prácticamente ilimitada, codificada en el ADN de los organismos

vivos, y el conocimiento de sus secuencias, permite a los evolucionistas actuales trazar con más precisión las relaciones filogenéticas entre especies. Esto dio nacimiento a la disciplina de la evolución molecular. La idea era muy simple: cuanto más próximas sean dos especies, más parecidas serán sus secuencias de ADN, de ARNs y de proteínas y más cerca estará en el árbol, el punto en que se separan. Según este criterio, la biología molecular ha hecho posible la reconstrucción del “árbol universal de la vida” (Fig. 2), la sucesión continuada de formas, que van desde el ancestro de todos los organismos hasta cada una de las especies que actualmente habitan la tierra. En su base esta LUCA, (Last Universal Common Ancestor) de todos los seres vivos. A partir de LUCA sale un tronco que se bifurca una y otra vez para dar un vasto ramaje, donde cada rama representa una única especie. Las ramas que se interrumpen son especies que se han extinguido y las que continúan, son las que viven aun.

En los años 70 los evolucionistas moleculares empezaron a definir con más nitidez el perfil del árbol, al comparar secuencias de ARN de plantas, animales y microorganismos. Este simple intento llevó, entre otros éxitos, a añadir una gruesa rama, representada por el grupo de las arqueas unicelulares, que hasta entonces se habían incluido dentro de las bacterias. A mediados de los 80 reinaba un gran optimismo respecto a que las filogenias moleculares podrían finalmente revelar el árbol de la vida en toda su esplendor, pero las cosas parecieron complicarse.

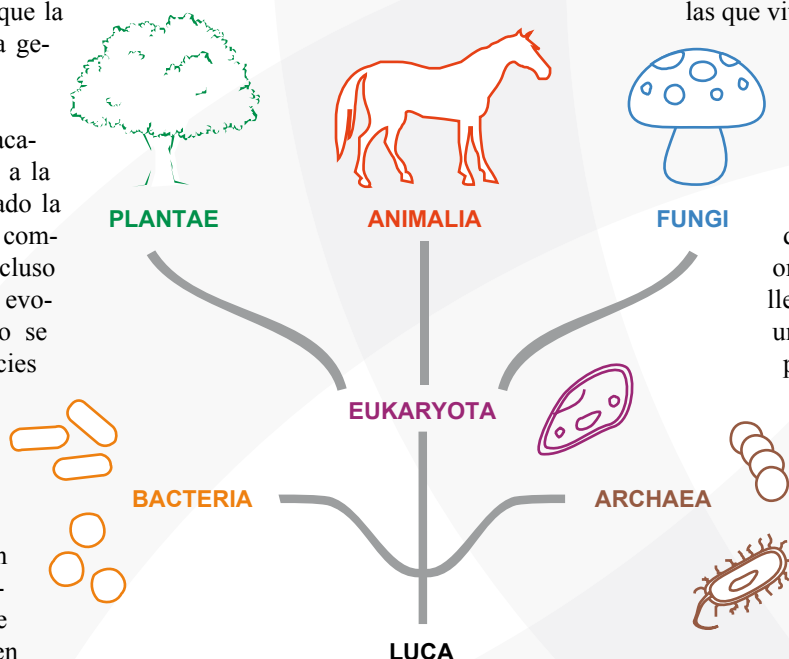


Figura 2: Árbol universal de la vida. SEDOC

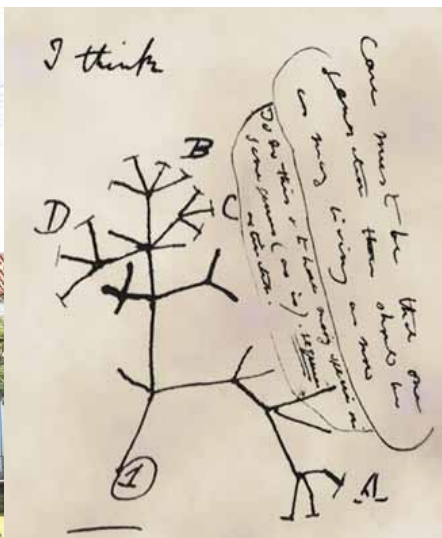


Figura 3. La historia de la vida que diseñó Darwin en su “árbol de la vida” no se puede representar simplemente por un árbol con perfil de “dragón”, cuyas ramas se bifurcan progresivamente, sino como una frondosa “encina” en que las ramas se entrelazan a modo de maraña. Fotos: Drago (M. Carmen Álvarez Herrero), encina (Isflic -Jorge Martínez Huelva-)

>> Si Darwin hubiera sabido...

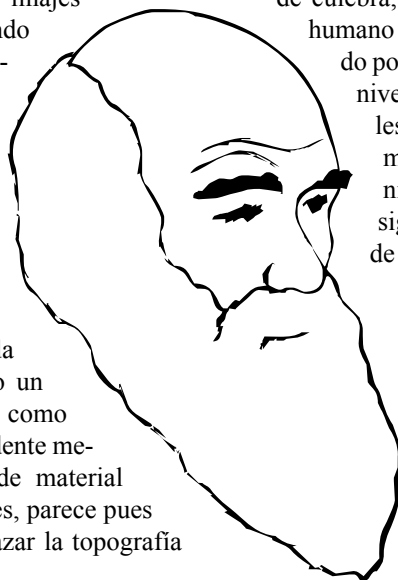
Las expectativas de conseguir un diseño definitivo del árbol de la vida utilizando datos moleculares, se vieron truncadas en los años 90, cuando en bacterias y arqueas empezaron a usarse las secuencias de ADN de genomas completos. Lejos de confirmarse los perfiles de las filogenias de ARN, aparecían modelos, solo explicables si se asumía que el material genético, además de pasar de los parentales a la descendencia, podía transferirse entre especies distintas. A este fenómeno se le denominó “transferencia horizontal”, en contraste con la herencia “vertical” de padres a hijos. A primera vista el árbol de Darwin resultaba incorrecto.

Inicialmente, la transferencia horizontal se consideró algo anecdótico en la evolución, en el sentido de que sólo aparecería en microorganismos y afectando a caracteres poco importantes, como puede ser la resistencia a antibióticos en bacterias. Lejos de ser un proceso raro, las evidencias en virus y procariotas (arqueas y bacterias) han sido más y más frecuentes, por lo que el papel de la transferencia horizontal en la evolución de estos organismos ha ido ganando importancia en los últimos años. Así, en el 2008, el grupo de Dagan, de la Universidad de Dusseldorf (Alemania), examinando más de medio millón de genes de 181 procariotas, en-

contró que el 80% de los genes mostraban signos de transferencia horizontal. Parece ser que niveles similares se han detectado igualmente en los unicelulares eucariotas (protistas), presentando casos de máximo grado de horizontalidad, al fusionarse genomas completos de linajes distintos. Considerando que los microorganismos (bacterias arqueas y eucariotas unicelulares) representan el 90% de las especies conocidas en el planeta, quizás habría que replantear el modelo de evolución de la vida en la tierra, no como un árbol, sino mas bien como una red. Este sorprendente medio de intercambio de material genético entre especies, parece pues a simple vista, amenazar la topografía del árbol darwiniano.

¿Que sabemos de la transferencia horizontal en organismos superiores más complejos? A medida que aumenta la secuenciación de genomas en plantas y animales, parece que la transferencia horizontal resulta “familiar” en estos organismos. Este intercambio de genes entre

especies alejadas, se debe a la intervención de virus capaces de cortar y pegar trocitos de genomas, y transferirlos entre especies alejadas en la filogenia. Como ejemplos anecdóticos, decir que en la vaca se encontró un fragmento de ADN de culebra, y que el 40% del genoma humano procede de ADN transferido por virus. Si bien parece que el nivel de transferencia en animales y plantas no es de la misma magnitud que en microorganismos, sí debe considerarse significativo desde el punto de vista evolutivo.



Otro fenómeno biológico que Darwin desconocía y que puede desdibujar el perfil nítido del árbol de la vida, es la “endosimbiosis”. Se sabe que, en una época temprana de la evolución, los eucariotas “engulleron” dos tipos de procariotas de vida libre. Uno de ellos dio lugar a los orgánulos productores de energía en las células (mitocondrias), mientras que el otro dio lugar a los cloroplastos, en los que tiene lugar la fotosíntesis en las plantas. Estos endosimbiontes transfirieron grandes fragmentos de sus genomas a los

La transmisión de genomas, detectada en las últimas décadas, afecta al modelo clásico, lo que añade un elemento más a la revisión del árbol de Darwin

de las células hospedadoras, siendo la relación actual de plena colaboración entre el sistema genético del núcleo celular y el de los orgánulos, es decir un auténtico trabajo en equipo, que resulta en una maquinaria de máxima eficiencia, representada por las células eucariotas.

El equivalente en plantas y animales de “encuentros” en la naturaleza entre genomas de especies distintas, ocurre mediante el fenómeno de “hibridación” o de cruzamientos interespecíficos. Según L. Rieseberg, botánico de la Universidad de British Columbia (Canadá), alrededor del 14 por ciento de las especies de plantas actuales son el producto de la unión de linajes separados. En cuanto al mundo animal, algunos investigadores evolutivos defienden que la hibridación representa una fuerza de gran peso en su evolución. Así J. Mallet, del University College de Londres, afirma que el 10 por ciento de los animales hibridan con otras especies. Parece pues bastante claro que cuanto más sabemos de la evolución de los organismos microbianos y de los de rango superior, es más evidente que la historia de la vida no se puede representar simplemente por un árbol con perfil de “drago”, cuyas ramas se bifurcan progresivamente, sino como una frondosa “encina” en que las ramas se entrelazan a modo de maraña.

Hemos considerado una serie de mecanismos “no convencionales”, de transmisión de los genomas, que se han detectado en las últimas décadas, cuyas consecuencias afectan al modelo evolutivo clásico. De forma adicional, un hallazgo de gran trascendencia en la genética moderna, el de la “herencia epigenética”, viene a

añadir un elemento más a la revisión, en el siglo XXI, del árbol darwiniano de la vida. La epigenética, tal como hoy la entendemos, es una rama muy reciente de la genética, que estudia los cambios heredables en la expresión de los genes, no debidos a mutaciones en el ADN, sino a metilaciones del ADN o a modificaciones de la estructura de la cromatina (componente de los cromosomas). Se sabe que los procesos epigenéticos participan en la regulación de la expresión de los genes, por lo que juegan un papel crítico tanto en procesos fisiológicos, como patológicos de plantas y animales. La herencia de los cambios epigenéticos entre generaciones celulares (memoria celular), es habitual en la diferenciación de las células hacia tejidos específicos.

Sin embargo ha resultado sorprendente la observación de la transmisión transgeneracional de estos cambios, es decir, el paso de padres a hijos a través de los gametos, incluso durante varias generaciones. Así numerosos hallazgos, incluyendo estudios con parejas de gemelos en humanos, han revelado que no todas las adaptaciones evolutivas son debidas a mutaciones genéticas, sino que también hay cambios heredables, que no están escritos en el ADN. Aunque la epigenética es una rama muy activa de la investigación actual, todavía nos encontramos en los albores de su descubrimiento, por lo que estamos lejos de poder valorar su alcance real en distintos aspectos de la biología de los individuos, incluida su evolución.

Si al hecho sorprendente de la transmisión entre generaciones de los cambios epigenéticos, añadimos la evidencia de que estos cambios pueden ocurrir como respuesta a factores tanto internos como externos de los organismos, nos situamos en una posición en que habría que desempolvar las ideas lamarckianas de la época de Darwin, fundamentadas en la herencia de caracteres adquiridos, tal como proponen en su libro Jablonka y Lamb, del Instituto de la Filosofía y la Ciencia de Tel

Aviv (Israel). Sin embargo, la visión del lamarckismo en la ciencia del siglo XXI tendría unas connotaciones bien distintas a las de sus orígenes, al no poder aceptar que las respuestas adaptativas acaecidas en las células somáticas, puedan pasar a las células germinales o gametos.

La abrumadora evidencia empírica del papel de la epigenética, pone de manifiesto que las secuencias codificadoras del ADN, son sólo una parte de la complicada trama celular que determina qué productos va a fabricar cada célula en cada momento de su existencia. La función celular depende de una intrincada red de señales intercelulares, así como de factores internos y externos, que interactúan de forma muy precisa y que representan las piezas de un complejo puzzle, que cada vez parecen más difíciles de poder encajar, a pesar de la incorporación en los últimos años de las potentes herramientas de las “ómicas” (genómica, proteómica...).

Podemos concluir que el árbol de Darwin no se adecua por completo a la visión que tenemos actualmente del perfil del árbol de la vida. Sin embargo las polémicas suscitadas recientemente han logrado hacer más flexibles las mentes de los evolucionistas al admitir que, aunque haya que modificar su perfil, la evolución darwiniana sigue siendo válida, a pesar de ser mucho más compleja de lo que en un principio se pensaba. Que el árbol de la vida de Darwin se llegue a tambalear, supone el inicio de un cambio revolucionario en la Biología, que podría compararse al de la teoría de la mecánica de Newton, la cual fue exitosa en su momento, pero demasiado simplista para poder explicar la complejidad del universo. El árbol de la vida fue igualmente innovador y útil en su momento, pero ahora sabemos mucho más, como para avanzar hacia la búsqueda de otros modelos topológicos de árboles filogenéticos, como apunta Baptiste, un biólogo evolutivo de la Universidad Marie Curie de Paris. ●

>> “Tiene que pasar el tiempo para cambiar la frase: tú vales mucho, pero la ingeniería es un mundo de hombres”

Adelaida de la Calle. Rectora de la Universidad de Málaga





La rectora de la Universidad de Málaga, catedrática de biología celular, reflexiona sobre su trayectoria como investigadora y analiza los patrones de género que se mantienen en la actualidad en ciertas carreras técnicas y sanitarias.

> Usted investiga sobre sistema nervioso central en relación a la adicción a las drogas. ¿Puede encontrarse algún paralelismo entre las reacciones de nuestros mecanismos celulares a la adicción a opiáceos y la reacción del mismo al hábito de investigar? Dicho de otra manera, ¿es posible ser adicto a la ciencia?

En el sentido estricto sería muy difícil pensar que existe una adicción a la investigación, pero, cuando haces algo que te gusta mucho y te encuentras feliz, es cierto que se liberan unas endorfinas cerebrales que son semejantes a unas drogas de adicción. Podría haber una interacción entre esas endorfinas cerebrales y otros tipos de receptores que generen algún síntoma semejante a la adicción, aunque es distinto.

Lo que sí es cierto es que yo he hecho en esta vida algo que me ha gustado muchísimo: la investigación. Sentía un estado de felicidad que me ayudó a asumir incluso los malos resultados. Era la ilusión de conocer en qué me había equivocado y cómo debía actuar para no volver a caer en el error. Sin duda, pienso que es una gran ventaja trabajar en lo que te gusta y te hace feliz.

> Entonces, ¿usted puede decirle a los jóvenes ‘investiga y se feliz’?

Sólo si te gusta investigar y te llama ese camino. Creo que la investigación es de las profesiones más vocacionales. En su mayoría somos personas que desde jóvenes hemos cuestionado lo que nos rodea. Por eso, animo al que tenga verdadero afán por preguntarse cosas que siga el camino de la investigación, porque, además de la

satisfacción personal y profesional, sentirá un importante grado de felicidad.

> Habrán existido momentos de “satisfacción científica” y también de valle de lágrimas... ¿cómo los recuerda?

Esa satisfacción se produce en varios momentos. Primero cuando obtienes el resultado de la investigación, luego cuando lo comunicas y, finalmente, cuando te aceptan el trabajo. Son momentos de gran felicidad en los que, por ejemplo, tras mi primera publicación en una revista del *Science Citation Index* lo único que se me ocurrió fue invitar a todo el grupo a tomar una cerveza.

Los malos momentos también son muchos, pero el científico tiene que ser positivo. Como anécdota personal, estuvimos seis meses realizando un experimento que no salía, variamos diluciones, tiempo, etc. No se nos ocurrió que el problema estaba en la temperatura del laboratorio, que había subido a 26 grados ya que no teníamos aire acondicionado, mientras que los anticuerpos funcionaban a unos 20 grados. Ésta es la prueba de que no se puede tirar la toalla, al contrario, uno debe replantearse la hipótesis y buscar nuevas alternativas.

> ¿Saber preguntar es saber investigar?

Por supuesto. En la investigación la pregunta es crucial, ya que está argumentada en una serie de hechos reales que ya vienen de atrás y han sido ampliamente contrastados. Lo siguiente, para buscar una respuesta, será valernos de un método científico que garantice un resultado compatible con la hipótesis previa.

>> Quién es

> **Adelaida de la Calle Martín es Rectora de la Universidad de Málaga desde el año 2004 y vicepresidenta de CRUE.**

> **Licenciada en Ciencias Biológicas en 1972 por la Universidad Complutense de Madrid.**

> **Obtuvo el título de doctora en Ciencias Biológicas en 1975 en la Universidad de La Laguna de Tenerife.**

> **Es catedrática de Biología Celular por la Universidad de Málaga desde el año 1999.**

> **Trabajó en la Universidad de Ulm (Alemania) en el curso 1982-83.**

> **En 1983 fue nombrada profesora titular de Biología Celular en el Departamento de Biología Celular y Genética de la UMA.**

> Usted es catedrática de Biología Celular, la investigación ¿es también de letras?

Claro que sí. La investigación ocupa todas las ramas del saber. El investigador de letras también parte de una pregunta: quiere conocer un hecho histórico, un desarrollo lingüístico, etc.

El método científico es aplicable a todas las áreas del saber con sus connotaciones específicas en cada caso. Pero, sin duda, la investigación que proyecta un nuevo conocimiento está a la mano de cualquier disciplina.

> Y ¿qué pasa con las TIC?

En ocasiones parece que las TIC no hacen investigación básica porque tienen gran capacidad de transferencia, pero no es así. El desarrollo de un software específico necesita mucha investigación previa y un gran dominio de otras ramas del sa-



ber puesto que son soporte y herramienta, imprescindible para que en esas ramas se pueda generar un nuevo conocimiento. Por lo tanto, se trata de una ciencia que se automantiene y progresa, pero que además facilita el camino para el progreso de otras ciencias.

> Si atendemos a los datos de la Universidad de la que usted es rectora, en la sociedad del mañana las mujeres serán médicos (73 por ciento de alumnas en Ciencias de la salud curso 2008) y los hombres serán ingenieros (77 por ciento de alumnos en Técnicas). Qué podemos pensar, ¿seguimos en el estereotipo educativo de “la mujer entregada” y el hombre eficiente o hay explicaciones más complejas?

Es mucho más complejo, aunque evidentemente parte de un motivo educacional. Está aumentando también el número de mujeres en las disciplinas tecnológicas. Tiene que pasar el tiempo para cambiar la

“La investigación es de las profesiones más vocacionales. En su mayoría somos personas que desde jóvenes hemos cuestionado lo que nos rodea”

frase “tú vales mucho, pero la ingeniería es un mundo de hombres”.

Todo el camino se anda poco a poco y está costando. Hay que ver los resultados y comprobar que el número de mujeres que entran en disciplinas técnicas, no sólo aumenta paulatinamente, sino que son las que mejores calificaciones obtienen y las que tienen una mayor tasa de finalización de estudios.

> Pero, ¿qué ocurre en las carreras sanitarias?

En su caso, Ciencias de la Salud son carreras muy vocacionales. El que quiere ser médico, siempre ha querido serlo. En este sentido, también existen sensibilidades que se expresan en cuestiones de género. Esa sensibilidad que caracteriza a las mujeres, y de la que tenemos que sentirnos muy orgullosas, hace que nos decantemos por este tipo de títulos, que implican una labor y una implicación social más próximas.

Hay factores tanto educacionales como genéticos. Personalmente, reivindicó mi condición de mujer al cien por cien, con sus pros y sus contras. No sé en qué sentido se han transformado en herencia citoplasmática o cromosómica pero hay algo que nos diferencia. Pienso que no tenemos por qué ser iguales; en la diversidad surge la riqueza y en este ámbito también se manifiesta.

> Ahora desde su propia historia personal, investigación y familia ¿hasta qué punto son compatibles? ¿Qué diferencia a una mujer de un hombre en la dirección de una Universidad?

No quiero ser el modelo de persona que concilia su vida profesional y familiar. Si el día tiene 24 horas y tienes capacidad de trabajar ocho y dedicar ocho a tu familia, lo he hecho. Es difícil. Siempre digo que nunca he disfrutado un permiso de maternidad, aunque quizá ya existía como

medida. Sin duda, debía de ingeniármelas porque mi primer hijo fue una experiencia un poco difícil, ya que nació en noviembre y el 1 de diciembre estaba trabajando. Por ello, cuando me planteé tener otro hijo quería que naciese en verano, y nació el 8 de julio, cuando ya había finalizado la corrección de exámenes y las actas estaban entregadas.

Pienso que es difícil y todavía lo sigue siendo, porque, por mucho que queramos decir y ver, entiendo que todavía la responsabilidad recae en un 90 por ciento más en la mujer que en el hombre. Eso hace que para compensarlo profesionalmente tengamos que hacer un doble esfuerzo.

Siempre decía una cosa: “las mujeres tenemos que estar todo el día demostrando que servimos para ser investigadoras, para dar la clase, mientras que el hombre tiene que demostrar que no sirve para que se le excluya. Aunque la mujer va ganando terreno, a veces nos sigue costando demasiado que se nos considere”.





> ¿Cómo se traslada esta diferencia hombre-mujer a la Asamblea General de la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE), donde la han elegido por un mandato de dos años como vicepresidenta junto al rector de la Universidad de Cantabria, Federico Gutiérrez-Solana y el rector de la Universidad de Santiago de Compostela, Senén Barro Armeneiro?

Somos tres mujeres y cuatro hombres. La verdad es que el ambiente es fenomenal. Esto no quiere decir que las mujeres lo hayamos conseguido todo, sólo afecta a un sector muy específico de la sociedad y éste no refleja la imagen auténtica de la mujer. Por eso hay que seguir trabajando.

> Usted obtuvo el título de doctora en Ciencias Biológicas en 1975 en la Universidad de La Laguna de Tenerife. Durante el curso 1982-83 trabaja en la Universidad de Ulm (Alemania) ¿Qué trascendencia tuvo esta estancia en el extranjero para su actividad investigadora?

Lo que digo siempre a todos los estudiantes: hay que conocer otros lugares. No puede uno nacer, crecer y desarrollar su actividad en un mismo entorno. ¿Qué se puede conocer en otro entorno? En aquel momento había diferencias muy llamativas en cuanto al desarrollo de la investigación entre mi universidad y a la

que me dirigía, sobre todo en el ámbito de la disponibilidad de medios tecnológicos.

La salida te da una capacidad de comunicarte con otras personas y de adquirir nuevas experiencias en el mundo científico. Cuanta más tierra pongamos por medio, más nos enriqueceremos, por lo que recomiendo a todo el mundo, y ya no sólo a investigadores, que no se queden en su entorno inmediato.

“La salida te da una capacidad de comunicarte con otras personas y de adquirir nuevas experiencias en el mundo científico”

> Considera que es importante la estancia en el extranjero para los jóvenes investigadores, pero ¿qué opciones tienen estas personas tras formarse e investigar en otros países de volver a España para seguir investigando?

Cada vez hay más y sin entrar ya en el nuevo espacio de educación superior, que aumentará las posibilidades. Ejemplo de ello son las becas, como la Erasmus, que permite la movilidad estudiantil por toda Europa. Tanto estancias, como programas especiales o incluso sabáticos disponen de posibilidades para la movilidad.

> Y después, ¿qué opciones hay de retorno para los investigadores españoles que trabajan fuera?

El retorno, en muchas ocasiones, es más ventajoso para los que nos hemos quedado aquí y queremos volver a recibir a los que comenzaron su periodo de formación con nosotros, que para ellos mismos. Uno puede vivir en cualquier parte del mundo y ser un profesional en cualquier parte. El que quiere volver, ya sea por añoranza o porque quiere trabajar de nuevo en su laboratorio para aportar los conocimientos que ha adquirido, tiene algunas posibilidades pero no todas. Todo el que se marcha no lleva consigo un contrato Ramón y Cajal, un Juan de la Cierva o una opción a beca de retorno.

Actualmente, en este mundo global, la ciencia puede desarrollarse en cualquier parte. Uno puede trabajar conjuntamente y desarrollar cualquier tipo de investigación estando a miles de kilómetros de distancia. Siempre, claro está, manteniendo lazos.

Los que mantienen esa relación con la universidad emisora son un enlace perfecto para proyectos de colaboración. Espero que la Universidad, una vez que tenga adaptada la Ley de la Ciencia y que el Estatuto del PDI esté puesto en funcionamiento, tenga mayor capacidad de captar profesionales, talento que se fue y quiere

“Aproximar a la sociedad el conocimiento científico es importantísimo para que se nos valore y se conozca para qué sirve la investigación de cualquier área”

volver por otras vías. En este sentido, no voy a decir que soy partidaria de que existan dos plantillas (investigadores y docentes), pero sí creo que se puede buscar la financiación y la entrada en la universidad no sólo por vía docente.

> ¿Cree que es necesario fomentar aún más las vocaciones científicas?

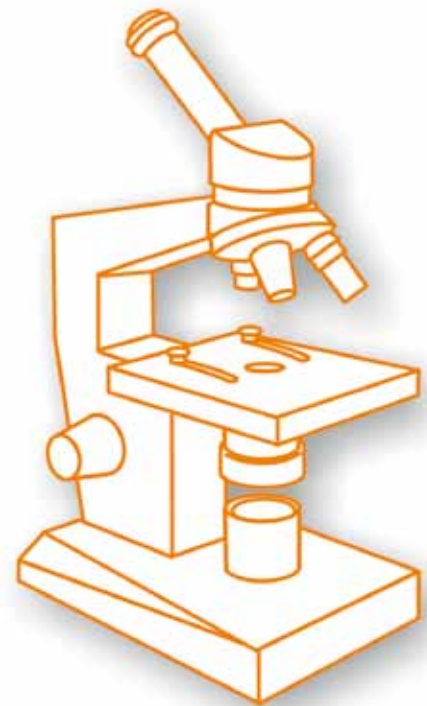
Creo que sí. Y más desde la sociedad del conocimiento. En todos los gobiernos, tanto autonómicos, como el español y el europeo se apuesta por la formación como elemento esencial para transformar la sociedad.

Está claro que la formación universitaria y la proyección de profesionales hacia la investigación es esencial en la sociedad

del conocimiento, donde la I+D+i es imprescindible para el progreso social. Si sabemos eso, hay que estimular más vocaciones científicas, no podemos formar excelentes científicos y luego no darles la posibilidad para continuar trabajando.

> Por último, ¿cree que es necesario continuar apostando por la divulgación de la cultura científica?

Por supuesto. Yo pienso que la comunicación de cualquier cosa es extremadamente importante. Divulgar es la única vía que tiene la sociedad para enterarse de qué sucede, qué es y para qué es necesario. Por ejemplo, hace años los científicos éramos gente rara y eso se debía a un desconocimiento social. Lo que publicabas en revistas científicas sólo era leído por un segmento de la población, el que trabaja en esos ámbitos. La sociedad en general no la conocía, y si no la conoce no la quiere, y si no la quiere no la valora. A mi entender, la divulgación de la ciencia es esencial, tan importante como la innovación científica que muestran las revistas especializadas en temas concretos.



El aproximar el conocimiento científico a la sociedad es importantísimo para que se nos conozca y se reconozca el valor que aporta a la sociedad la investigación. Así, además, los ciudadanos saben dónde se emplea su dinero, por qué se emplea y qué beneficio se obtiene con su inversión. ●



EXPOSICIÓN FOTOGRÁFICA

De la Tierra al Universo

La belleza de la
evolución del Cosmos

PARTICIPA
Y GANA

www.cienciadirecta.com

LA EXPOSICIÓN RECORRERÁ TODAS LAS PROVINCIAS ANDALUZAS

Búscanos en  [cienciadirecta](https://www.facebook.com/cienciadirecta)

Organizan:

Patrocina:

Promueven:



JUNTA DE ANDALUCÍA
CONSEJERÍA DE INNOVACIÓN, CIENCIA Y EMPRESA



Calar Alto



Un suelo lleno de vida

El carbono orgánico y su papel en la salud de nuestro territorio



Ante la progresiva aridificación del territorio meridional, el CO₂ ha pasado a convertirse en un indicador vital para diagnosticar la calidad de la superficie y, a partir de ella, establecer estrategias contra las inminentes consecuencias del cambio climático.

>> José Damián Ruiz Sinóga

Los medios de comunicación continuamente se hacen eco del cambio climático y su incidencia en las diferentes zonas del planeta. En este sentido, España no pasa desapercibida y, como era de esperar, también se está viendo sometida a cambios causados por el calentamiento global.

Con motivo de las variaciones climatológicas se ha apreciado un incremento de la aridificación, es decir, de la ausencia de agua en los ambientes meridionales de la península. La causa se centra principalmente en dos factores: por un lado, una reducción de las precipitaciones anuales y, por otro, un pequeño y progresivo aumento de la

temperatura media anual. Por ejemplo, si en Málaga en la actualidad hay una pluviometría (tasa de lluvia) de 600 mm al año y una temperatura media de 25 grados, dentro de una serie de años la precipitación será de 400 mm y la temperatura de 28 grados, es decir, lo que hoy día sucede en Almería. Por tanto, si se analizan los indicadores ambientales de Almería en la actualidad, y se corrigen algunos desajustes, estaríamos adelantándonos en la estrategia contra el cambio climático. Éste es el llamado método científico de reproducción de situaciones análogas, es decir, si elegimos una serie de puntos o sitios con similares características de rocas, suelos y pendientes, pero diferente pluviometría de mayor a menor podríamos obtener un magnífico análisis prospectivo a lo largo del gradiente o variación. Combinamos así el conocimiento de los procesos con mecanismos preventivos de lucha contra el cambio climático.

Para empezar se debe tener claro que el carbono es un componente básico para la vida. Está presente en la atmósfera, en la vegetación, en los animales, en la materia orgánica no viva, en los combustibles fósiles, en las rocas y también se encuentra disuelto en los océanos. Éste está inmerso en dos procesos, uno negativo y otro positivo. Por una parte, las emisiones de CO₂ (dióxido de carbono) a la atmósfera y, por

otra, la captación del mismo por la vegetación a través de la fotosíntesis. De esta forma, una consecuencia directa de este proceso es la acumulación de carbono orgánico tanto en el suelo como debajo de éste, a través de las raíces muertas.

Así, por tanto, existe un balance dinámico entre la absorción de material vegetal muerto y la pérdida por descomposición, con lo que la relación entre la materia orgánica y la calidad del suelo y sus funciones ambientales es directa. Esto es, dependiendo del contenido de materia orgánica del suelo, variará la cantidad, la diversidad y la actividad de la fauna del mismo y de los microorganismos que en él viven. Concretamente, el carbono contribuye a mejorar la estabilidad estructural, incrementar la tasa de infiltración y la capacidad de agua disponible en el suelo, así como, la resistencia contra la erosión.

¿Cómo podemos aprovechar esta relación directa entre el carbono orgánico y la calidad del suelo? Como resultado de la conjugación de ambos factores, se puede – en este caso – comprobar si conforme se aridizan las condiciones ambientales en el mediterráneo, empeora a su vez la salud ambiental de sus territorios.

Cordillera Bética:
 zona donde existe una fuerte
 variación pluviométrica

>> La Cordillera Bética, a estudio

Una zona donde existe una fuerte variación pluviométrica es la Cordillera Bética en el sur de España. En ésta se dan diferencias en cuanto a precipitaciones superiores a los 1.000 mm anuales en una extensión de apenas 300 kilómetros. Es lo que denominamos un gradiente pluviométrico.

Una vez determinado el ámbito de estudio, seleccionamos lugares representativos dentro del mismo de acuerdo a unos criterios de semejanza en topografía, geología y uso del suelo. En concreto, la Cordillera Bética se caracteriza por la elevada pendiente, un sustrato geológico impermeable y un uso forestal con una carga ganadera no muy elevada.

Las localidades seleccionadas van desde Gaucín, la más húmeda con más de 1.100 mm/año, Berja, con 350 mm/año, hasta Gergal, con 240 mm/año, pasando por puntos intermedios de pluviometría como Marbella, con 750 mm/año, y Almogía, con 550. A partir de aquí podemos aplicar como sistema prospectivo de análisis el ya mencionado

método de reproducción de situaciones análogas.

Del análisis de las mediciones – más de 600 muestras en 280 puntos diferentes – se desprende que el contenido de carbono orgánico del suelo (COS) se reduce con la pluviometría. La capacidad de retención de COS a lo largo de dicha variación se incrementa progresivamente conforme las condiciones ambientales son más húmedas y, por tanto, hay una mayor incidencia de los factores bióticos, es decir, de vida. Sin embargo, estas diferencias tan patentes en las áreas más húmedas, no se dan en los suelos más degradados y con menor actividad biológica y microbiológica, como Berja y Gergal frente a Gaucín, Marbella y Almogía.

A tenor de los resultados puede afirmarse que a lo largo de un gradiente pluviométrico el carbono orgánico es la primera propiedad del suelo en mostrar un ajuste con los procesos de degradación del mismo. Esto está relacionado con el diferente comportamiento hidrológico a lo largo de la zona mediterránea, por su capacidad para medir la respuesta de un sistema a la variación en las precipitaciones.

Significa además, que los factores bióticos son los que controlan las reservas de carbono orgánico en esta zona del sur peninsular, siendo los lugares con más especies arbóreas y de matorral (Gaucín, Marbella y Almogía) los más apropiados para su canalización y almacenamiento. El tiempo apremia, lo que significa que las áreas más degradadas, con menores valores de absorción y retención de carbono orgánico deben ser las prioritizadas para llevar a cabo trabajos, no sólo de restauración de la biomasa, sino de prevención mediante el uso de técnicas que reduzcan los procesos de erosión y de degradación del suelo. ●

Gaucín: 1000 mm/ año



Marbella: 750 mm/año



Almogía: 550 mm/año



Berja: 350 mm/año



Gergal: 240 mm/año



Un mundo de símbolos

A lo largo de la historia la simbología ha jugado un papel muy importante en la sociedad. La paloma, la liebre o el gato son sólo una muestra de los imaginarios colectivos que se extendieron en las culturas a través de la tradición y de sus presencia en obras tan dispares como el Nuevo Testamento, la pintura renacentista o los últimos estrenos de Hollywood.

>> Victoria Eugenia Rodríguez Martín, Gema Senés Rodríguez y Virginia Alfaro Bech

Se te ha ocurrido pensar que vivimos rodeados de símbolos y que éstos en innumerables ocasiones surgen de la misma naturaleza? En concreto, los animales pueden suministrar una ingente carga comunicativa y, de este modo, convertirse en transmisores de un conjunto de valores. Por ejemplo, las aves pueden simbolizar virtudes o vicios, tantos como jamás hubiésemos podido imaginar. Entre las aves, la paloma es un animal simbólico por excelencia.

Desde el Antiguo Testamento aparece como mensajera de la paz, ya que trajo a Noé una rama de olivo como señal de que el diluvio había terminado. En el Nuevo Testamento representa al Espíritu Santo, pues, cuando Cristo sale del agua después de ser bautizado, el espíritu mismo descende sobre su cabeza en forma de paloma para

significar que descansa en el corazón puro del recién bautizado. En la antigüedad clásica a la diosa Venus, diosa de la belleza, los romanos le consagraron una paloma como símbolo del amor. Los símbolos en torno a la paloma se duplican cuando el arte profano y la literatura pagana la estiman, además, como la encarnación de la lujuria. Por tanto, no es extraño que se resalte de ella la *salacitas*, ya que se la conoce como ave de una lujuria tan atrevida, que ha merecido, incluso, la fama de lasciva. El estigma lujurioso con el que se la ha tachado se debe a que el macho, en una conducta despiadada hacia su progenitor, expulsaba a su padre del lado de la madre y

se unía a ella. Sin embargo, toda nuestra tradición cultural ha transmitido una imagen de la paloma en la que se destacan virtudes como la sencillez, la afectuosidad, la ternura con sus polluelos, la fecundidad, la mansedumbre, la pureza, la simplicidad, el candor, la naturalidad y la inocencia.

Todos estos valores aparecen simbolizados en una paloma blanca.

¿Qué sucedería si tomáramos como modelo una paloma negra? En este caso, no tendríamos más remedio que remon-

Hieroglyphica, Sive De Sacris Aegyptiorum Aliarumque Gentium Literis Commentarii de Ioannes Pierivs Valerianvs. (Biblioteca virtual Miguel de Cervantes)



Las artes plásticas recogen buena parte de toda la tradición simbólica desarrollada desde antiguo

tarnos a un pasado bastante lejano para comprobar que también Egipto sentía verdadera admiración por la paloma y, más concretamente, por la continencia que estos animales guardaban. Para los sacerdotes egipcios la paloma era un ejemplo incomparable de continencia pues descubrían en ella la suma castidad, porque guardaba una fidelidad inviolada a su marido sin conocer los adulterios. También el siglo XVI reconocía para la paloma la fidelidad conyugal, porque permanecía siempre viviendo en común con su pareja y no se apartaba del macho a no ser que enviudase. De modo que cuando los humanistas querían encarnar la más absoluta fidelidad representaban una paloma de color negro. El color negro siempre fue signo de llanto, dolor y tristeza. Así, la paloma negra simboliza la castidad y la perseverante continencia de la viuda que unida al vestido negro demostraba claramente el deseo de su anterior marido. En definitiva, una paloma de color negro simboliza la fidelidad más allá de la muerte, y representa a la mujer que permanece viuda y no vuelve a buscar pareja.

Por su lado, las artes plásticas recogen buena parte de toda la tradición simbólica desarrollada desde antiguo. Asimismo,

si uno se pregunta por qué en el cuadro de Tiziano *Amor sacro y Amor profano* aparecen al fondo un par de liebres, fácilmente puede encontrar la respuesta si lee el pasaje de los *Hieroglyphica* de Pierio Valeriano, en el que nos cuenta que es uno de los atributos de Venus y, por tanto, de la pasión amorosa. También Tiziano al pintar a Ticio a merced del buitre nos recuerda la *concupiscentia* que le asigna Valeriano a este animal. Y al contemplar en el palacio Vecchio de Florencia el escudo de la *Fortitudo* con una grulla vemos que aparece, tal y como explica P. Valeriano, la grulla como símbolo de la vigilancia. Junto a esto, son muchos los ejemplos iconográficos en los que se nos representa a la cigüeña como modelo del amor filial a los padres.

El séptimo arte también nos trae a la retina imágenes relacionadas con toda una simbología muy interesante de reconocer. Sólo unos ejemplos ¿Has visto *Catwoman*? ¿Crees que la imagen sensual que ofrece el cine es sólo para atraer al espectador? Pues, en realidad responde a toda una tradición simbólica del gato, que asocia a la hembra con la mujer lasciva que atrae seductoramente al macho, para luego rechazarlo. ¿Recuerdas haber visto con los más pequeños *El rey león* o *Las crónicas de Narnia*? ¿Te llamó la atención la magnanimidad del personaje, el dominio de su espíritu para ser Simba el conductor y líder de su manada, o ser Aslan el encargado de enseñar la valentía para afrontar una misión marcada por el



Ioannes Pierivs Valerianvs (1477-1560).
*Hieroglyphica, Sive De Sacris Aegyptiorum
Aliarumque Gentium Literis Commentarii.*



Los Hieroglyphica de Pierio Valeriano reflejan el profundo interés que el simbolismo de los jeroglíficos e imágenes egipcias despierta en el Renacimiento

destino? También en esto se sigue una larga tradición de símbolos que, como en los casos anteriores, recoge Pierio, esta vez bajo las imágenes del gato y del león.

De igual manera, si mirando a tu alrededor te has preguntado qué significan tantos símbolos de serpientes que encontramos engarzados en joyas y complementos o salpicados en carteles, publicidad, o incluso, en algo tan cercano a nosotros como el luminoso de una farmacia, puedes encontrar respuestas en los estudios simbólicos de jeroglíficos de los que actualmente se ocupan profesores de la Universidad de Málaga. Porque éstos y otros muchos ejemplos, que vienen de lejos y llegan a nuestra vida cotidiana, lo estudian y analizan un grupo de investigadores de la UMA que traducen y editan un texto del siglo XVI del autor Pierio Valeriano.

Los *Hieroglyphica* de Pierio Valeriano reflejan el profundo interés que el simbolismo de los jeroglíficos e imágenes egipcias despierta en el Renacimiento. En esta fascinante obra se puede apreciar de inmediato la esmerada formación de su autor adquirida de la mano de grandes maestros. Denominador común de todo el conjunto de los libros es el carácter enciclopédico que atesora numerosas y variadas fuentes, desde la multiplicidad de géneros y autores clásicos latinos y griegos, cristianos y medievales, hasta las figuras más señeras de humanistas como Petrarca, Erasmo o Bembo, entre otros muchos. A la vez un gran número de autores, tanto de su época como posteriores, reavivarán sus símbolos.

Conviene poner de manifiesto que el mundo simbólico es una de las herencias del medievo que el humanismo supo aprovechar y desarrollar sabiamente. La interpretación simbólica de los jeroglíficos supone un interesante material para los estudios literarios e iconológicos en la medida que una sabiduría remota se reproduce bajo formas simbólicas. La atracción por las misteriosas imágenes egipcias existía desde la Antigüedad y aún hoy nos fascina y nos deslumbra, pero fue especialmente reactivada en Europa a fines del siglo XV. Toda la cultura simbólica del Renacimiento y Barroco confluye con esta renovada curiosidad humanista.

La publicación en 1505 de los *Hieroglyphica* de Horapolo (del S. V. d. C.) a cargo de Aldo Manuzio fue acogida con entusiasmo en los ambientes neoplatónicos florentinos, quienes vieron en esta interpretación alegórica y simbólica una de las claves para transmitir un saber cifrado en código secreto, al tiempo que generaba enriquecedores motivos que tomarían formas artísticas muy variadas (emblemas, empresas, divisas...). El texto de Horapolo permitía desvelar las supuestas verdades egipcias envueltas en un atractivo lenguaje, ejerciendo una decisiva influencia en la tradición hermética y neoplatónica florentina. Se alentaba así la creencia de un saber arcano en un lenguaje misterioso, accesible sólo para los iniciados.

Obras como los *Hipnerotomachia Poliphili* de Francesco Colonna (1499) dan muestra de la extraordinaria acogida del carácter enigmático de los jeroglíficos. Pero el éxito de Horapolo quedaba encumbrado, reforzado y superado con la edición comentada de Pierio Valeriano. El interés de esta obra no radica sólo en sí misma, sino que cobra una mayor atención cuando se comprueba que fue el punto de partida de muchos escritores y pintores posteriores. Su repercusión es indiscutible, llega hasta nuestros días, y, sin duda, será estudiada por generaciones futuras, que recojan el testigo de un interés siempre renovado. ●

Ilustración de *Hieroglyphica* de Pierio Valeriano del s.XVI



Números y realidad

Utilizando las matemáticas para modelar nuestro entorno

Unos de los secretos que esconde el cálculo de ecuaciones es la capacidad para diseñar planes de prevención antes catástrofes medioambientales. El grupo EDANYA ha elaborado un modelo de previsión para zonas de riesgo como el Estrecho de Gibraltar a partir de su análisis matemático.

>> Carlos Parés Madroñal y José Manuel González Vida

Ocurre con las matemáticas algo que no sucede con otras disciplinas científicas o, al menos, no en el mismo grado: al mencionar que uno es estudiante o profesor de matemáticas se suele producir un cambio de expresión en el gesto del interlocutor acompañado, quizás, de la exclamación “¡Matemáticas!”. Esta reacción instantánea, que se agudiza si uno dice además que investiga en dicha disciplina, puede preceder a una declaración espontánea sobre los sentimientos que despierta y/o un resumen de la experiencia académica en la materia. Lamentablemente, en la mayor parte de los casos, entre estos sentimientos no se encuentra el entusiasmo... Aparte de las razones académicas que puedan llevar a muchos a no tener un especial aprecio por las matemáticas, en el trasfondo de las reacciones de rechazo hay también una visión estereotipada y muy extendida de esta área que la presenta como ciencia exacta, difícil, abstracta... y completa-

mente inútil. La tira cómica que acompaña a este artículo y que encontré en la página web de XKCD ilustra acertadamente este estereotipo.

La finalidad de este artículo no es discutir las causas o las consecuencias de esta percepción social, ni mucho menos debatir en cómo mejorar la imagen de las matemáticas, lo que escapa de la extensión del texto y de nuestras posibilidades. Nuestro propósito (o nuestra intención) es afirmar que, en lo que se refiere a las matemáticas como ciencia, este estereotipo es radicalmente falso: las matemáticas son una disciplina esencialmente útil. Sus relaciones con la física, la informática, la química, la biología, la economía, la medicina, la arquitectura, las distintas ingenierías, las ciencias sociales, la música, etc... Son tantas que, cuando se conocen, más que preguntarse ¿dónde se usan las matemáticas? uno se pregunta ¿dónde no se usan las matemáticas?.

La utilidad de las matemáticas se debe fundamentalmente a que éstas proporcionan herramientas muy poderosas para, entre otros fines: resolver problemas prácticos, tratar grandes masas de datos y comprender, predecir y controlar, en la medida de lo posible, el funcionamiento de muchos sistemas reales de muy distinta naturaleza.

Nos centraremos en este último aspecto, desarrollado por el grupo EDANYA del departamento de Análisis Matemáticos de la Universidad de Málaga, y que es, probablemente, el bloque de utilidades menos conocido de los tres señalados. El concepto clave es el de modelo matemático. Para que un sistema real pueda ser objeto de modelado matemático es necesario que su estado pueda ser representado mediante variables numéricas y que la ley que rige su evolución pueda ser expresada como relaciones entre dichas variables. Son muchos los sistemas reales con estas características y, de hecho, cada vez es más frecuente el uso de modelos matemáticos en las distintas ingenierías, las ciencias físicas (en particular en meteorología, climatología, oceanografía, astronomía), las químicas, las biológicas, la medicina o la propia economía, entre otras.

A modo de ejemplo, en la Figura 2 se muestra una simulación de la famosa riada tóxica de Aznalcóllar: aunque la imagen tenga la apariencia de una presa que se desborda, en realidad se trata de una



Figura 1. El estereotipo del matemático (XKCD: <http://xkcd.com/435>)

Figura 2. Simulación de la rotura de la presa de lodos tóxicos de Aznalcóllar.

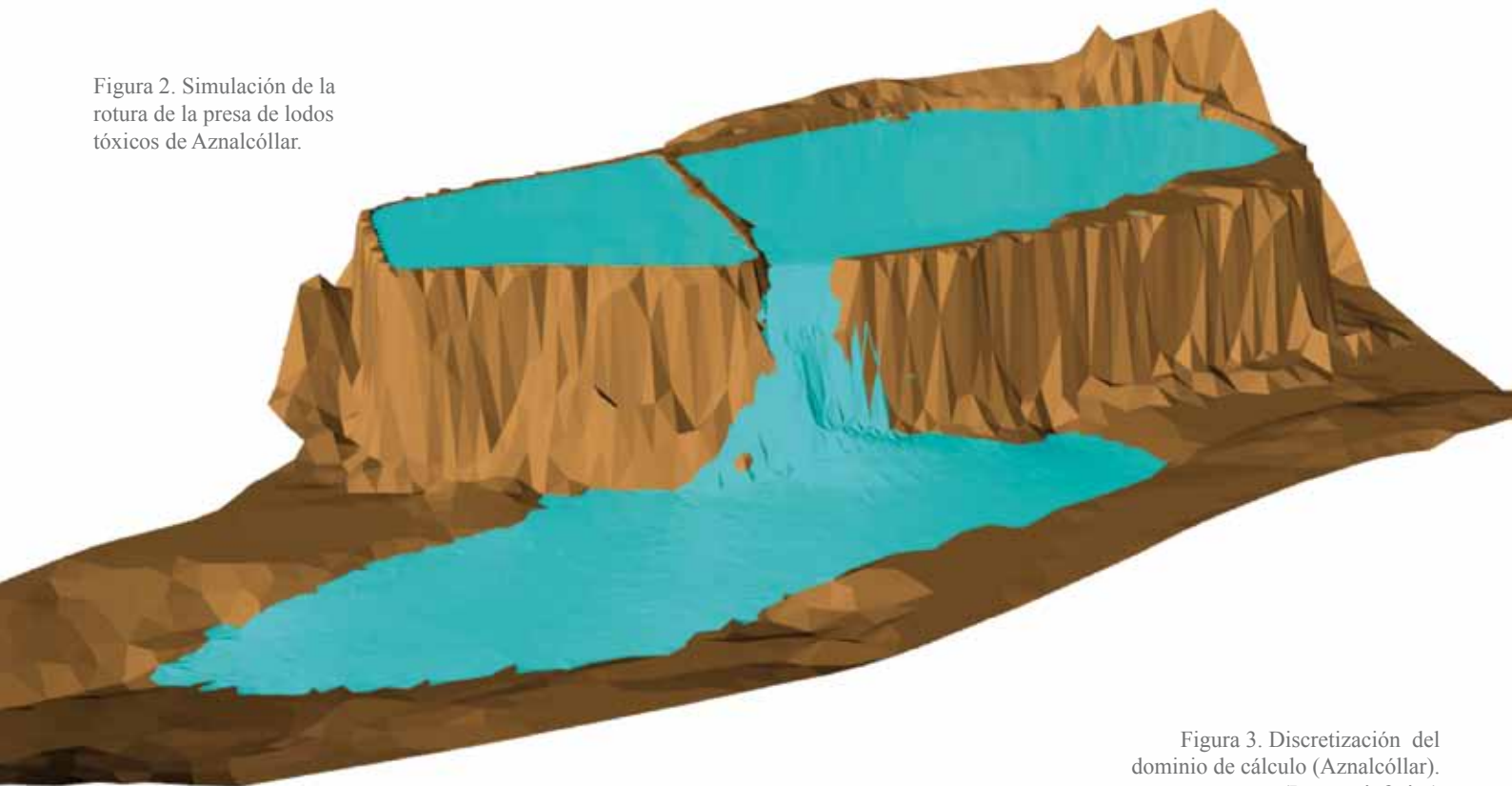


Figura 3. Discretización del dominio de cálculo (Aznalcóllar). (Imagen inferior)

interpretación con colores de una masa de números obtenidos con un ordenador. A continuación y de forma simplificada, veamos las etapas que se han seguido para obtener esta imagen. Estas mismas fases son las utilizadas para el modelado de otros muchos sistemas reales como las predicciones meteorológicas.

El primer paso es elegir los números que representan el estado del sistema físico, en este caso la riada. En este modelo, dichos números son el espesor de la lámina de agua y el caudal (volumen de agua por unidad de tiempo). Estos datos varían de un punto a otro del terreno, e incluso en un mismo punto cambian con el tiempo, por eso se le denominan variables. Por ejemplo, en un punto del terreno al que todavía no ha llegado la riada, el valor de ambas variables es 0, sin embargo cuando recibe agua, sus valores cambian de forma brusca.

A continuación se expresan matemáticamente las leyes que rigen la evolución de las variables, que en nuestro caso, son la ley de conservación de la masa y de la cantidad de movimiento (2ª ley de Newton). La expresión matemática de estas leyes da lugar a un conjunto de fórmulas

en las que aparecen unas cuantas de las temidas derivadas. Estas fórmulas constituyen el modelo matemático.

El siguiente paso consiste en distinguir entre datos e incógnitas. En las fórmulas del modelo hay algunos términos que se conocen y otros que no: los que se conocen (los datos) son la aceleración de la gravedad, la densidad del agua, la topografía del terreno por el

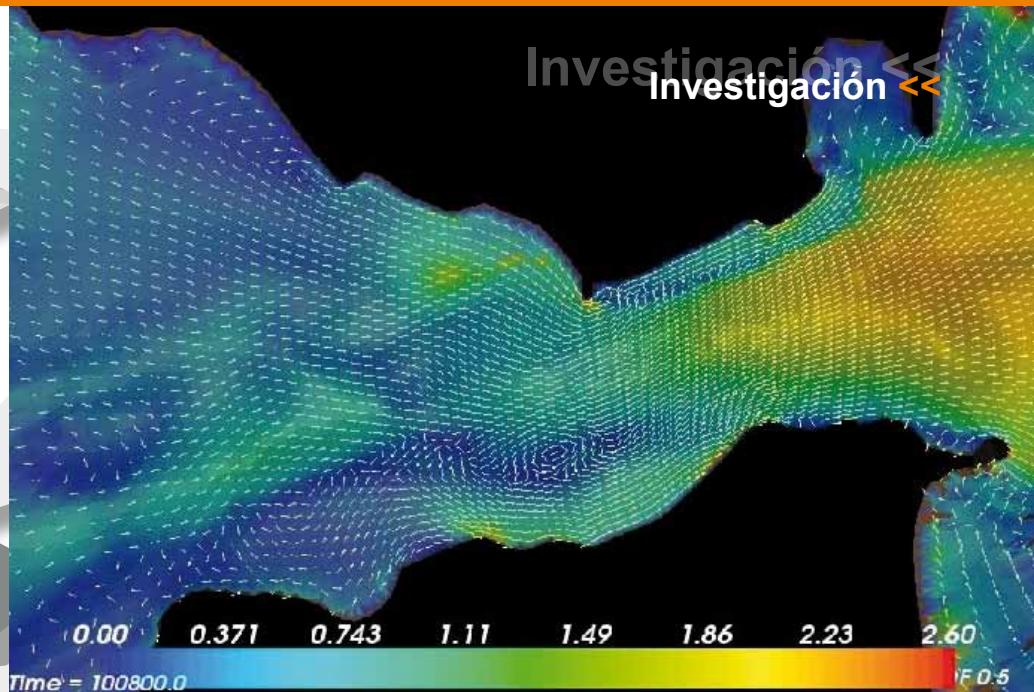


que discurrió la riada y la situación antes de que se produjera: aquí hemos considerado que antes de la rotura de la presa el río estaba seco (espesor y caudal nulos), pero no es exacto, sólo

es una aproximación razonable. Lo que no se conoce, y que es justamente lo que se desea predecir con el modelo (las incógnitas) son los valores del caudal y del espesor de la lámina tras la rotura de la presa. Y ya se sabe: en matemáticas, una fórmula en la que se mezclan varios datos y varias incógnitas se denomina sistema de ecuaciones.

A continuación hay que resolver las ecuaciones, es decir, calcular los datos a partir de las incógnitas. El problema es que aquí no es tan fácil ‘despejar’ las incógnitas, como hacíamos en el colegio para resolver una ecuación de primer grado $2x + 3 = 7$, en la que es fácil ‘dejar sola’ a la incógnita $x = (7 - 3)/2 = 2$. En este caso, desgraciadamente no hay matemático en el mundo capaz de despejar las incógnitas para obtener

Figura 4. Simulación de corrientes de marea en el Estrecho de Gibraltar.



unas fórmulas que nos digan con toda precisión qué valor van a tomar el caudal y el espesor de la lámina en cada punto del terreno y en cada tiempo posterior al instante en el que se produce la rotura de la presa. No obstante lo que se puede hacer, usando las técnicas de la disciplina matemática denominada 'análisis numérico', es considerar un modelo más sencillo que aproxime adecuadamente al anterior y que sea más fácil de resolver. A esto se le denomina discretización. En nuestro caso, el terreno en el que transcurre la riada se fragmenta en trozos pequeños de forma cuadrangular, que se denominan células o volúmenes finitos (Fig. 3). En el modelo aproximado, que se denomina modelo discreto, las nuevas incógnitas son el caudal medio y el espesor medio de la lámina en cada una de las células y en una serie de instantes de tiempo sucesivos. Mientras menor sea el tamaño de las células, y por tanto mayor su número, mejor es la aproximación que se obtiene de caudales y espesores.

Aunque el modelo aproximado sea más fácil de resolver, el proceso que lleva de los datos a las incógnitas conlleva miles de millones de cuentas, lo que es inabordable no ya para nuestro grupo de investigación: lo sería incluso para el colectivo de matemáticos del mundo entero (y ha-

bría que contar además con la extraordinaria dificultad de ponerlos de acuerdo....) Y aquí aparece un nuevo ingrediente: la implementación en un ordenador, es decir, la confección de un programa que le dé a un ordenador (o a un conjunto de ordenadores que trabajan de forma coordinada) las instrucciones necesarias para que haga todas las cuentas. Y ahora ya por fin podemos decir cómo se ha obtenido la Figura 2: en cada uno de los instantes de tiempo simulados se pintan en celeste las células que tienen agua y de marrón las que no (el tono de marrón depende de la profundidad media).

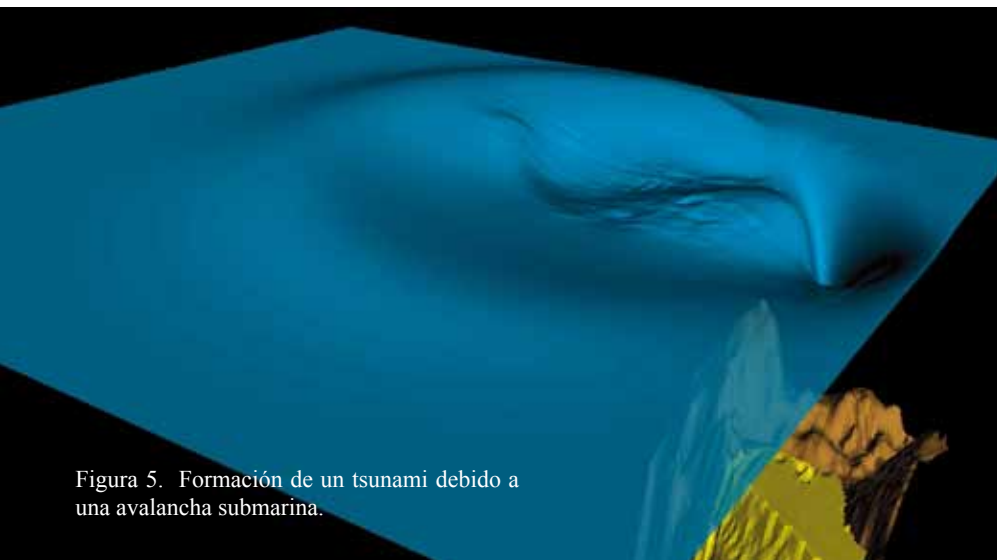
Estas simulaciones de la riada tóxica se hicieron algún tiempo después de que tuviera lugar el desastre a fin de validar el modelo, es decir, para comparar la predicción calculada con lo que realmente ocurrió, y así verificar la fiabilidad del método. Esta es una etapa fundamental del proceso de modelado ya que, a pesar de

la exactitud que se le presupone a las matemáticas, cada paso del proceso que nos ha llevado hasta la figura conlleva errores: errores de modelado, errores en los datos, errores de aproximación, errores de redondeo... Es fundamental verificar si, a pesar de todo, las predicciones del modelo tienen que ver con el comportamiento real del sistema que se pretende simular.

Una vez validado, el modelo puede ser adaptado fácilmente para simular inundaciones en otras zonas: basta cambiar los datos. Se obtiene así una herramienta eficaz y general para la evaluación de riesgos en casos de rotura de presas o de depósitos de agua.

Además de simular inundaciones, el grupo EDANYA trabaja en modelos de corrientes marinas, de transporte de sedimentos y de avalanchas submarinas, entre otros. Asimismo, se colabora en esta actividad con geólogos del Centro Oceanográfico de Fuengirola (IEO) en un proyecto de excelencia de la Junta de Andalucía, con oceanógrafos de la Universidad de Cádiz, así como con otros equipos de analistas numéricos españoles y extranjeros, especialmente con el grupo que dirige el Profesor Tomás Chacón de la Universidad de Sevilla, con quienes se trabaja en las simulaciones de la riada de Aznalcóllar. La Figura 4 muestra una simulación de la corriente de superficie en el Estrecho de Gibraltar. Finalmente, la Figura 5 muestra la formación de un tsunami debido a una avalancha submarina. Éstas y otras animaciones realizadas por este grupo de investigación de la Universidad de Málaga pueden ser consultadas: <http://anamat.cie.uma.es/animaciones>. ●

Figura 5. Formación de un tsunami debido a una avalancha submarina.





Darwin y el misterio de las emociones



La tristeza, la ira o el asco son estados de ánimo y sentimientos que compartimos los seres humanos y el resto de animales. En el siglo XX se retomó la idea de que son fruto de la evolución, como ya afirmara Darwin hace cerca de 140 años.

>> Pablo Fernández Berrocal y Laboratorio de Emociones de la UMA

Charles Darwin recopiló durante más de treinta años observaciones sistemáticas sobre cómo las personas en diferentes culturas y los animales, tanto domésticos como salvajes, expresan emociones. Este inmenso trabajo sin precedentes en su momento fue publicado en 1872 con el título: *La expresión de las emociones en los animales y en el hombre*.

En este libro, Darwin defiende dos ideas fundamentales que cien años después continúan siendo inquietantes y controvertidas: la expresión de nuestras

emociones es innata y universal, y nuestras emociones son producto de la evolución. Para un ciudadano de finales del siglo XIX estas afirmaciones, al igual que la mayoría del pensamiento darwiniano, suponían quedar desbancados del protagonismo como seres únicos y selectos de la creación divina.

Darwin señala que la expresión de emociones como la ira, la tristeza o el asco no son únicamente humanas, sino que son compartidas con otros animales. Hasta el punto de que podemos reconocer con facilidad algunas de estas emociones





Fotos: oso, chimpancé, lobos marinos y mandril (Isftic - Ministerio de Educación)

en el chimpancé que vemos en el zoo e, incluso, en nuestro perro o gato mientras se pelea o juega en el jardín.

Curiosamente, esta obra fue olvidada casi hasta mediados del siglo XX, y la idea de que nuestras emociones son el producto de la evolución y, por ello, parte de nuestra biología ha tardado mucho tiempo en ser asimilado, primero, por el pensamiento científico y, segundo, por la sociedad.

Uno de los primeros científicos que se atrevió a retomar el estudio de las emociones y comprobar las hipótesis de Darwin sobre la expresión de las emociones fue el Dr. Paul Ekman. Con sólo 30 años y una cámara fotográfica recorrió diferentes países del mundo para rebatir, en principio, las propuestas de Darwin sobre la universalidad de las emociones. En 1996 escribió el prefacio y la introducción a la tercera edición de *La expresión de las emociones en los animales y en el hombre*. En el camino, este investigador profesor emérito de psicología en la Universidad de California y considerado como uno de los cien psicólogos más influyentes del siglo XX, ha profundizado en las teorías de Darwin sobre las expresiones faciales, compartiendo muchos de sus descubrimientos pero también avanzando y descartando por incorrectas algunas de sus afirmaciones. Sus hallazgos han sido publicados en diversos libros con gran éxito de público como *Telling Lies* (Cómo detectar mentiras) y están siendo aplicados a

múltiples ámbitos. Por ejemplo, Ekman ha colaborado con los estudios de animación de Hollywood como Pixar (creadores de películas *Toy Story*, *Monstruos S.A.*, etc) para enseñarles cómo hacer más creíbles la expresión facial de los personajes. También ha colaborado como asesor de los departamentos de policía, del FBI y de los grupos de lucha antiterrorista de Estados Unidos para entrenar a los agentes a entrevistar y a detectar si un sospechoso está mintiendo o no.

En los últimos 20 años, tanto las neurociencias como las ciencias sociales han descubierto el papel fundamental de las emociones en el bienestar

La vida del profesor Ekman ha inspirado una serie televisiva que ha tenido un gran éxito en Estados Unidos y que llegará en unos meses a España: *Lie to me*. Esta serie está protagonizada por Tim Roth en el papel de un psicólogo que con su equipo detecta quién miente en los interrogatorios mediante su conocimiento del lenguaje corporal, el análisis del rostro y de la voz.

Cien años después de Darwin, las emociones siguen siendo un misterio no sólo para los agentes del FBI, sino también para el común de los mortales. Cazar a un mentiroso y, en definitiva, conocer

las verdaderas intenciones de los demás ha sido a lo largo de la evolución, y sigue siéndolo, un reto muy importante para la supervivencia de la especie. No obstante, es sólo un ejemplo de cómo nuestro cerebro usa de forma inteligente nuestras emociones para sobrevivir.

Durante los últimos 20 años, tanto las neurociencias como las ciencias sociales han descubierto el papel fundamental de las emociones en el bienestar y la felicidad de las personas. Las personas que perciben, expresan, comprenden y gestionan adecuadamente tanto sus emociones positivas como negativas tienen una vida más plena y positiva que las que no son capaces de hacerlo de forma tan eficaz.

En 1990, dos psicólogos estadounidenses Peter Salovey y John Mayer denominaron a esta habilidad con el término de inteligencia emocional (Salovey y Mayer, 1990). Estos investigadores han revolucionado el estudio de las emociones y han generado un conjunto de investigaciones que nos ofrecen apoyo empírico y consejos interesantes para orientar nuestros esfuerzos en conseguir una vida más completa y feliz.

Los profesores Mayer y Salovey consideran que la inteligencia emocional es un tipo de inteligencia basada en el uso adaptativo de las emociones de forma que la persona pueda solucionar problemas y adaptarse de forma eficaz al medio que le

rodea. La inteligencia emocional estaría compuesta de cuatro habilidades básicas:

“la habilidad para percibir, valorar y expresar emociones con exactitud, la habilidad para acceder y/o generar sentimientos que faciliten el pensamiento; la habilidad para comprender emociones y el conocimiento emocional y la habilidad para regular las emociones promoviendo un crecimiento emocional e intelectual” (Mayer y Salovey, 1997)

Las investigaciones llevadas a cabo en su laboratorio, así como en otros centros de investigación de todo el mundo, han mostrado su repercusión en diferentes aspectos vitales de las personas como las conductas de riesgo, el bienestar, las relaciones de amistad y las sentimentales e, incluso, las profesionales indican con claridad que nuestras habilidades emocionales y sociales determinan nuestros sentimientos y la calidad de nuestra vida cotidiana y la de las personas que nos rodean.

La UMA es pionera en España en la investigación sobre inteligencia emocional y uno de los referentes académicos más rigurosos en este campo

La Universidad de Málaga es pionera en España en la investigación sobre inteligencia emocional y uno de los referentes académicos más rigurosos en este campo. Prueba de ello fue la organización en septiembre de 2007 en nuestra Universidad del *I Congreso internacional de inteligencia emocional*.

En concreto, las investigaciones han sido desarrolladas el laboratorio de Emociones de la Facultad de Psicología centrándose en tres aspectos:

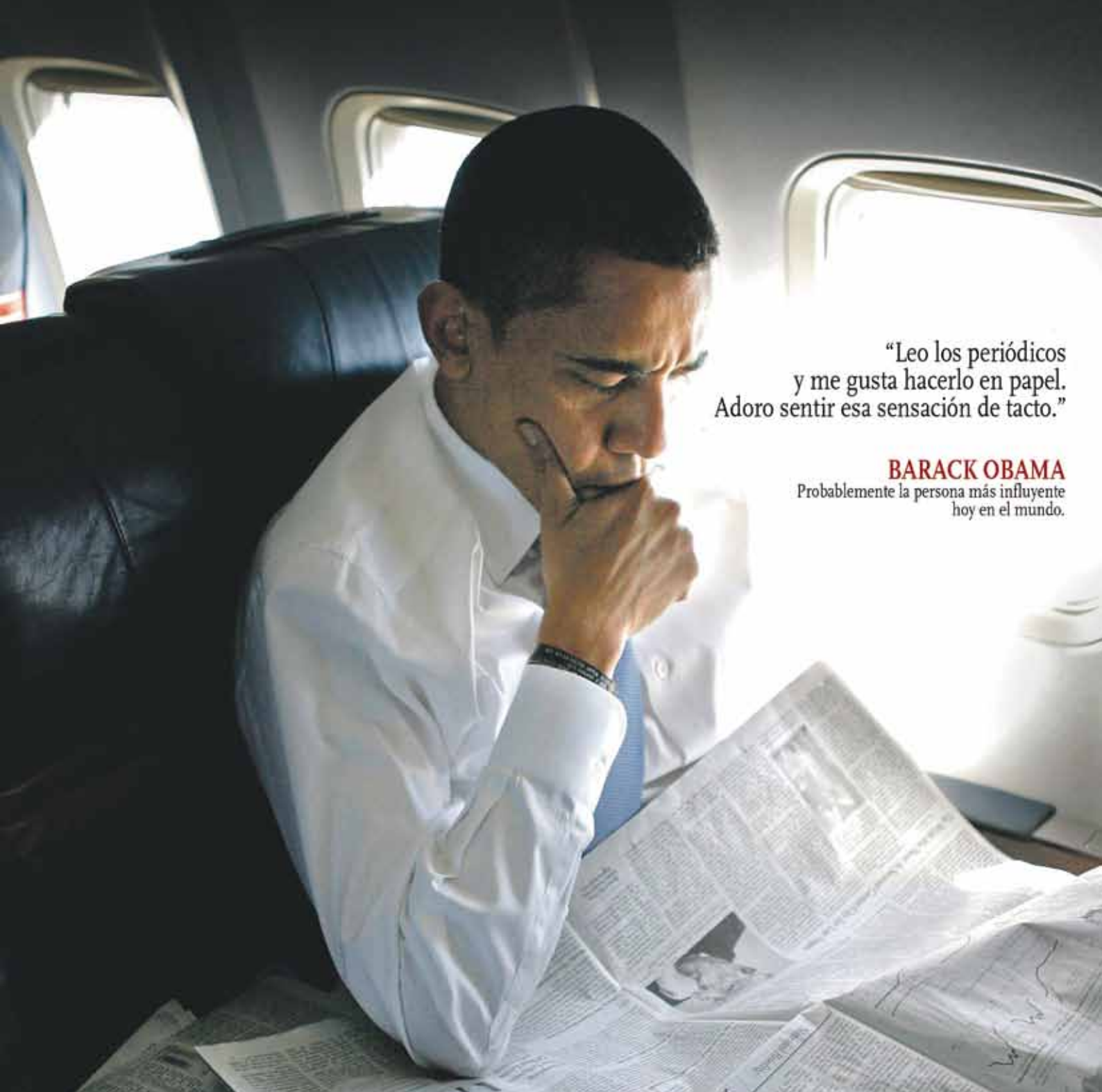
1. Construcción de instrumentos de evaluación de la inteligencia emocional tanto para adultos como para adolescentes.

2. Proyectos de investigación sobre la repercusión de la inteligencia emocional en diferentes ámbitos como: la salud física y psicológica, el consumo de drogas, la adaptación a situaciones estresantes, el funcionamiento interpersonal, las conductas de agresión y violencia, o la felicidad.

3. Desarrollo de programas de mejora de la inteligencia emocional tanto para adolescentes como para adultos en diferentes contextos personales y profesionales.

Las emociones son un misterio que Darwin intentó desvelar y sobre las que afortunadamente sabemos mucho más cada día sobre cómo afectan tanto a nuestra vida profesional como personal. La ciencia del siglo XXI posee las herramientas para conocer, gestionar y desarrollar mejor nuestras emociones y las de las personas que nos rodean. Aplicar y aprovechar ese conocimiento para el beneficio de todos está en tus manos, ¿te atreves? ●





“Leo los periódicos
y me gusta hacerlo en papel.
Adoro sentir esa sensación de tacto.”

BARACK OBAMA
Probablemente la persona más influyente
hoy en el mundo.

25%
de descuento

sobre precio de
cabecera

SUR

... cuenta colegios de Málaga adaptarán
... clases al horario laboral de los padres

SUSCRIPCIÓN

Suscribase a **SUR**, la forma más fácil y cómoda de estar informado a diario. Aprovechese de esta impresionante oferta y **ahórrase un trimestre** con el 25% de descuento sobre el precio de cabecera que le ofrecemos.



En su domicilio a primera hora de la mañana:
todos los contenidos de **SUR** y todos los suplementos.

Más información **901 101 109**

La genómica de las plantas

La mejora vegetal es una actividad tan antigua como la propia agricultura. El estudio de las variedades genéticas de la vegetación permite conocer en profundidad sus funciones y mecanismos para localizar los beneficios alimenticios, textiles, cosméticos o combustibles que la naturaleza ha puesto al servicio del ser humano.

>> Francisco M. Cánovas Ramos

La obra de Darwin es conocida por el gran público por el debate generado entre ciencia y religión, que aún hoy sigue vigente en algunos ámbitos sociales. Sin embargo, el concepto de evolución de las especies a través de la selección natural es clave en el desarrollo de la Biología y las predicciones de Darwin han sido plenamente apoyadas por los avances recientes en biología molecular.

Las planteamientos de Darwin afectan a todos los organismos vivos, animales y vegetales. De hecho las plantas tienen una gran importancia como modelo experimental en el desarrollo de la biología moderna. Es interesante señalar que la genética clásica nace con los estudios de Mendel que descubre las leyes de la herencia utilizando plantas de guisante en 1865, pocos años después de la publicación de la obra de Darwin. Mendel no conocía la naturaleza de los caracteres hereditarios ni tan siquiera denominó genes a las unidades de la herencia que los determinaban.

>> El Siglo de Oro de la Biología

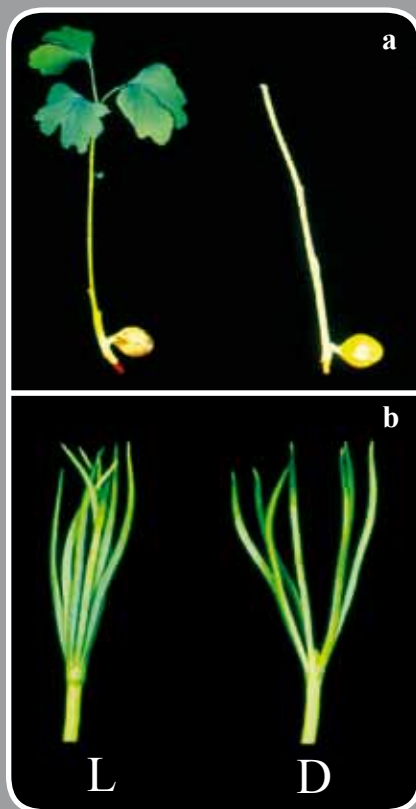
El término *genética* lo introdujo por primera vez el botánico danés Wilhelm Johannsen en 1909, hace justamente un siglo, así como los términos genotipo (la constitución genética de un organismo) y fenotipo (las características de un organismo que resultan de la interacción de su genotipo con el medio ambiente).

Por su importancia, quizás se podría conmemorar al igual que el 'Año Darwin' esta fecha de referencia en la historia de la biología. De hecho, se puede denominar a este periodo (1909-2009) el Siglo de Oro de la Biología y se podría dividir en dos mitades bien diferenciadas:

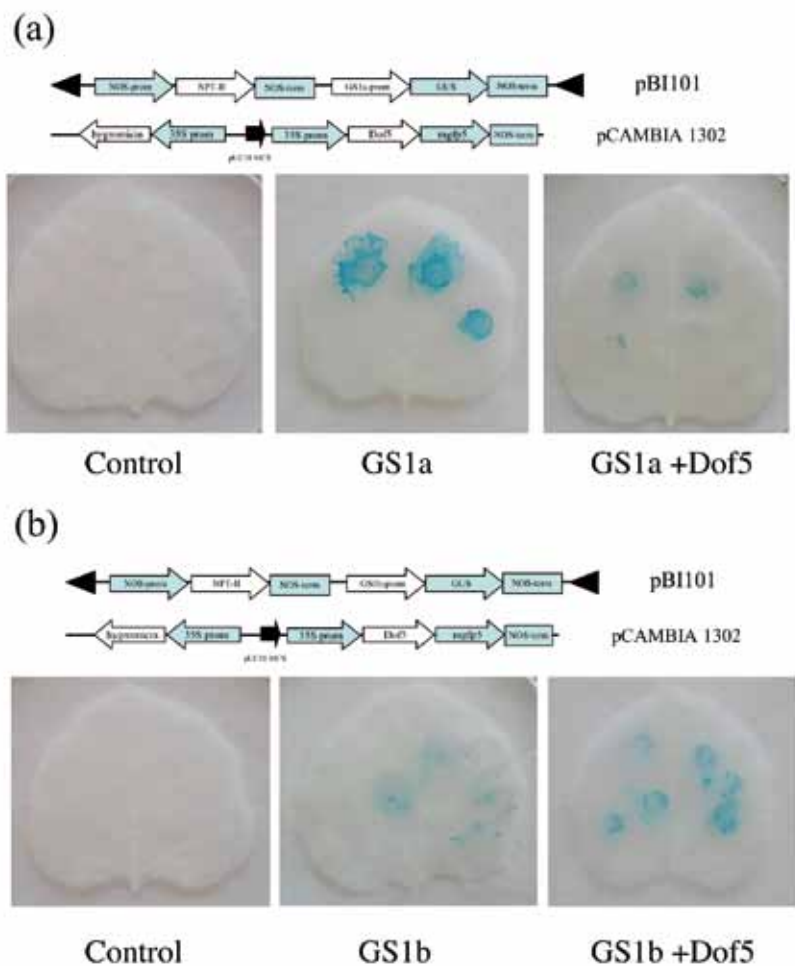
i) en los primeros cincuenta años se llevaron a cabo avances que culminaron con la determinación de la estructura molecular de los genes, téngase en cuenta que el modelo de la doble hélice del ADN lo propusieron Watson y Crick en 1953;

ii) en la segunda mitad de la centuria los esfuerzos en investigación científica permitieron completar la secuenciación del genoma humano, y de otras especies de interés para el hombre, entre las que se incluyen algunas plantas.

En conjunto, los avances científicos realizados durante este Siglo de Oro de la biología han permitido que en los albores del siglo XXI se produzca la emergencia de un nuevo campo de investigación y desarrollo, denominado genómica, que surge de la convergencia de dos áreas de la ciencia que han tenido un desarrollo tecnológico vertiginoso a finales del siglo XX: la biología molecular y la informática. Recientemente han aparecido muchos artículos de divulgación dedicados a la genómica humana, pero bastante menos atención se ha prestado a los proyectos genoma de plantas, a pesar de la gran importancia de estos organismos.



Efecto de la luz en el desarrollo primario de plantas gimnospermas. L (Luz); D (oscuridad); a, Pino (*Pinus pinaster*); b, Ginkgo (*Ginkgo biloba*). García-Gutiérrez A, Cantón F.R, Dubois F, Gallardo F, Sangwan RS, Cánovas FM



Regulación transcripcional de genes de coníferas involucrados en la asimilación de nitrógeno. (a) Represión del gen GS1a por el factor de transcripción Dof. y (b) Inducción del gen GS1b por el mismo factor de transcripción. Rueda-López M, Crespillo R, Cánovas FM, Avila C

>> Estudio de genomas modelo

Los estudios moleculares en especies modelo facilitan los estudios posteriores en especies de interés comercial o ecológico. Ejemplo de ello es Arabidopsis, un tipo de planta herbácea que reúne una serie de características para ser un buen modelo experimental: pequeño tamaño, pequeño genoma, ciclo de vida corto, fácil de transformar. Gracias a estas ventajas un consorcio internacional finalizó en el año 2000 la secuenciación del genoma de Arabidopsis en el que se han catalogado alrededor de 30.000 genes, muchos de función desconocida, distribuidos en cinco cromosomas. Además, se han detectado fenómenos de redundancia en el genoma, duplicaciones en regiones cromosómicas y en genes individuales, a lo que se une una organización de los genes muy compacta con regiones intergénicas de pequeño tamaño. A raíz de ello, en estos momentos se está realizando un gran esfuerzo de investigación para conocer la función de los genes en procesos clave como la transducción de señales o el crecimiento y el desarrollo.

>> Proyectos genoma de plantas

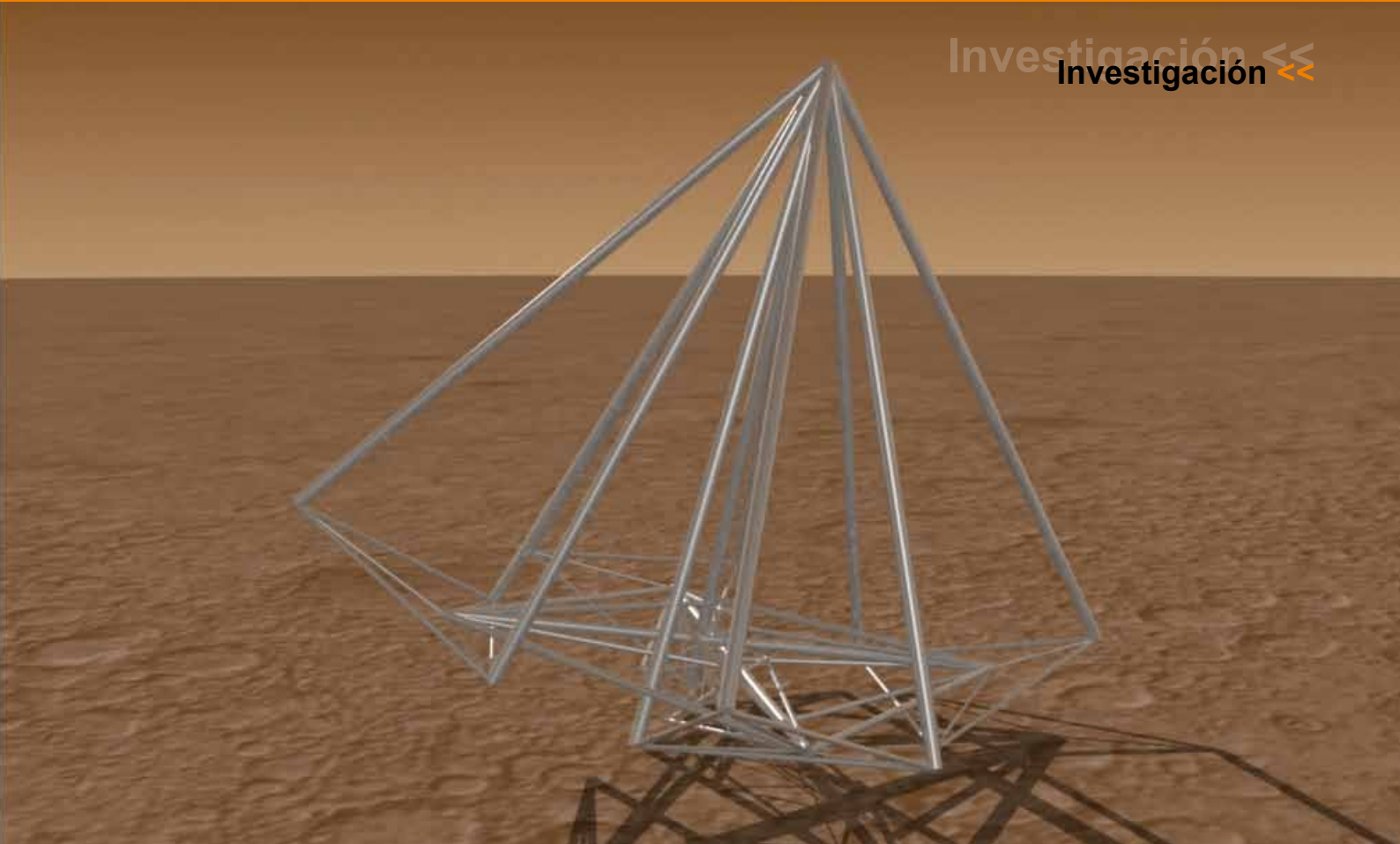
Aunque Arabidopsis es una planta sin interés agronómico, los estudios realizados en este modelo han servido como magnífico soporte para abordar proyectos de genómica en otras plantas de gran interés comercial. Así, gracias a los estudios previos en este género, se ha facilitado la secuenciación de los genomas del arroz (2002), el chopo (2006), la vid (2007) y la papaya (2008).

Existen también consorcios internacionales de científicos para aunar los esfuerzos en la secuenciación del genoma de otras especies de gran interés agronómico como el maíz, trigo, colza, soja, guisante, girasol, tomate o cítricos, entre otras.

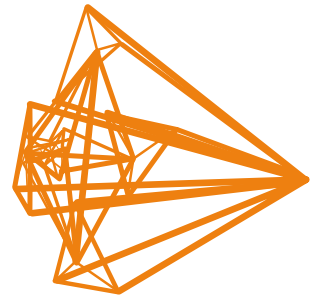
Hasta el momento, todas las plantas secuenciadas pertenecen al grupo de las angiospermas – plantas con flor -, mientras que aún no se conoce el genoma de ningún representante de las gimnospermas, plantas sin fruto y las más antiguas desde un punto de vista evolutivo. En este último tipo, se incluyen especies arbóreas de gran

importancia económica y ecológica como los pinos o los abetos. También en este grupo se integran los árboles más altos y más longevos. Pero sin duda, la especie más importante en las gimnospermas son las coníferas para las que recientemente se ha puesto en marcha una iniciativa internacional – coordinada a nivel nacional por el grupo de investigación de Biología Molecular y Biotecnología de Plantas de la Universidad de Málaga - que tiene como objetivo secuenciar su genoma.

La determinación de la estructura y de la función del genoma de las coníferas proporcionará nuevos conocimientos para conservar nuestros bosques, evitar el decaimiento forestal, luchar contra el cambio climático o mejorar la productividad de las masas forestales destinadas a la producción de madera, pasta de papel o biomasa. Por otra parte, la comparación de los genomas de las plantas angiospermas y las gimnospermas permitirá arrojar luz sobre el origen y la historia evolutiva de las plantas. ●



Computación evolutiva: El legado de Darwin en la Ingeniería Informática



La biomimética es la disciplina que estudia la aplicación de diseños naturales en áreas como la ingeniería o la medicina. El tren bala japonés, el nylon o el velcro se crearon a partir de características propias de la rapidez del martín pescador, la elasticidad de la tela de araña o la sujeción al tejido del espinoso cardo alpino. Otra prueba más de que la naturaleza es sabia.

>> **Francisco José Vico Vela**

Puede resultar chocante que ya los primeros ordenadores, aquellos con miles de válvulas, interpretaran programas emulando las técnicas evolutivas actuales. Ya en los años sesenta se empezaban a usar los términos “programación evolutiva”, “estrategias de evolución” y “algoritmo genético”. De entre aquellos pioneros, John Holland fue uno de los más influyentes y se le considera el padre de la disciplina, seguramente porque en su obra “Adaptation in Natural and Artificial

Systems” nos dejó los formalismos que permiten comprender la potencia computacional de esta tecnología.

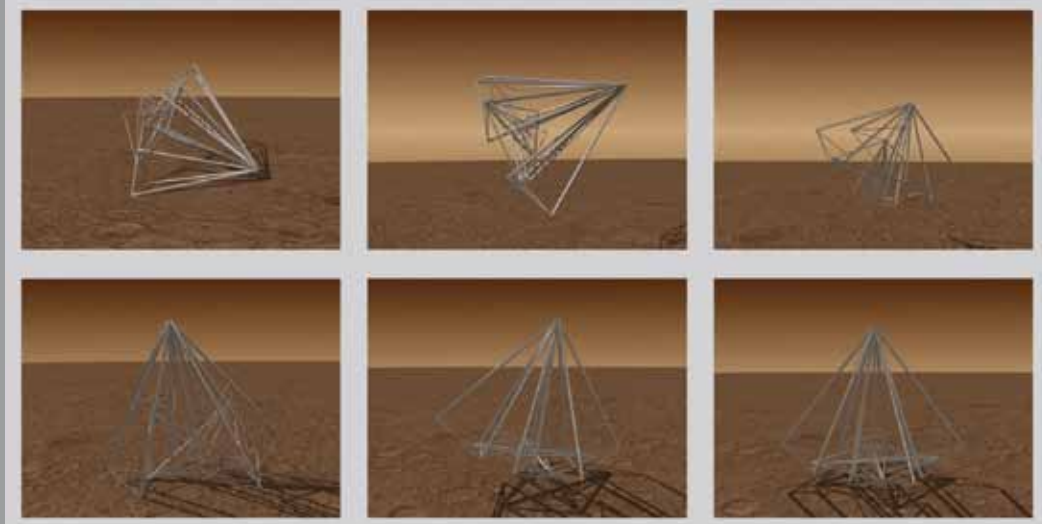
Sin embargo, no es hasta la última década del siglo pasado cuando el campo de la computación evolutiva florece: la aplicación de los algoritmos genéticos se extiende a una gama muy variada de problemas y nacen estrategias nuevas, como la programación genética. Ya entrado el siglo XXI, el que ha sido

denominado siglo de la Biología, la computación evolutiva pasa a ser una de las estrategias representativas en el área de la inteligencia computacional.

Pero, ¿qué han aprendido de la evolución biológica las Ciencias de la Computación? La evolución, como proceso transformador de las formas vivas, es una de las ideas que más ha influido en el pensamiento humano desde los antiguos filósofos griegos y era una

Proceso de aterrizaje:

Aterrizaje de un módulo optimizado con algoritmos genéticos. La estructura obtenida minimiza la deformación y permanece próxima al punto de impacto. / Grupo de Inteligencia Computacional (GIC).



Estructura arborizada:

La forma inicial tiende a adaptarse a las condiciones del entorno, que favorecen una planta que crece horizontalmente y está muy ramificada (GIC).

teoría científica aceptada (aunque no probada) ya en el siglo XVIII. El trabajo de Jean-Baptiste Lamarck a principios del XIX y finalmente la publicación del trabajo cumbre de Charles Darwin *On the origin of species* (un libro al que se le ha criticado que explique todo sobre la selección natural, excepto el origen mismo de las especies) situaron a la teoría de la evolución en un lugar central para las ciencias de la vida. Por tanto, no es de extrañar que la evolución haya inspirado modelos de cómputo. En efecto, los conceptos de selección natural, adaptación al ambiente y herencia, o los más actuales, como mutación genética, formas alélicas o reproducción sexual, poseen un componente computacional que ha sido interpretado y formalizado por científicos e ingenieros para dar lugar a lo que hoy conocemos como computación evolutiva.

¿Cómo puede un programa de ordenador simular la evolución y beneficiarse de ella? La inteligencia computacional es una variante de la inteligencia artificial que se separó de la línea simbólica más tradicional (la de pasar años intentando que un brazo robótico levante una taza de café, para entendernos). Incluye técnicas como las ‘redes neuronales artificiales’, la optimización con enjambres de partículas o la misma computación evolutiva, es decir, estrategias basadas en la inteligencia que emerge de las interacciones en un colectivo, sean neuronas, partículas u organismos. Y así fue: 30 años de sólida

inteligencia artificial empezaron a resquebrajarse cuando Rodney Brooks, un investigador del MIT (Massachusetts Institute of Technology), publicó un artículo con el enigmático título de “Elephants don’t play chess”. Los elefantes no juegan al ajedrez, en efecto, aunque los tenemos por seres inteligentes, por tanto, pasemos de los programas para explorar los infinitos senderos mentales de los juegos de mesa a preguntarnos cómo emular, digamos, un ratón de campo. La nueva tendencia reclutó hordas de ingenieros y científicos deseosos de romper los estándares y dejarse influir por nuevas formas de interpretar la inteligencia. Es en este contexto donde debemos entender la atracción que ha despertado el campo de la biomimética, donde se ubica la computación evolutiva como técnica inspirada en la biología.

Este proceso quedará más claro ilustrándolo con un ejemplo: el problema del viajante. Éste consiste en encontrar la mejor trayectoria que pasa por un conjunto de ciudades, para lo que un ordenador puede estudiar todas las combinaciones y decidir cuál es mejor si el número de ciudades es pequeño, pero a medida que aumentan la combinatoria se dispara y los tiempos son excesivos. Esta estrategia, llamada búsqueda exhaustiva, no garantizaría buenas soluciones con un tiempo limitado. Para utilizar computación evolutiva debemos interpretar el problema en clave biológica, es decir, una trayectoria posible es un organismo, cuyo genoma viene dado por

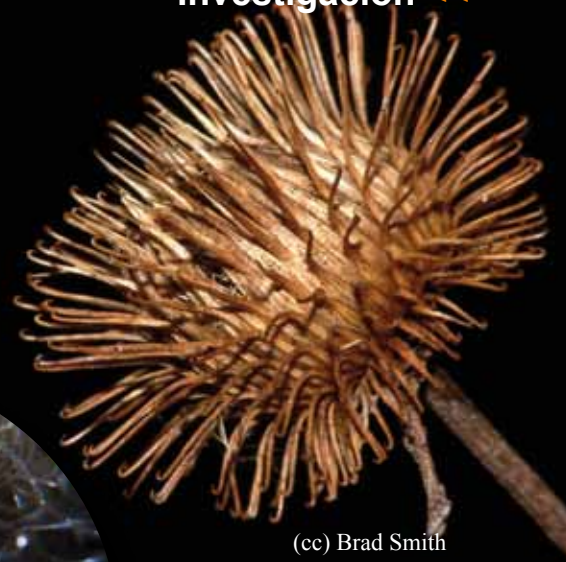
el orden en que se visitarán las ciudades (por ejemplo, un vector numérico), el entorno es el mapa de carreteras y el grado de adaptación al entorno de un organismo se mide por los kilómetros recorridos para completar dicha trayectoria (cuanto menor es el recorrido, más adaptada está la trayectoria). Una población inicial de organismos puede ser un conjunto de trayectorias aleatorias. Esta población, a su vez, podría dar lugar a otra generación de trayectorias mediante operaciones de mutación (pequeñas variaciones en las trayectorias) o reproducción sexual (trayectorias obtenidas por la mezcla de dos trayectorias). Pues bien, lo que Darwin y Wallace nos enseñaron es que cuando las trayectorias de las generaciones futuras se obtienen (por mutación o reproducción) de las mejores trayectorias, la población mejora y tiende a adaptarse al entorno, es decir, que las trayectorias compiten por sobrevivir y dejar descendencia, y sólo las más adaptadas al entorno lo consiguen.

La potencia de la computación evolutiva reside en que sólo necesita una representación de la solución y del problema para obtener, con un algoritmo general, soluciones adecuadas en tiempos razona-

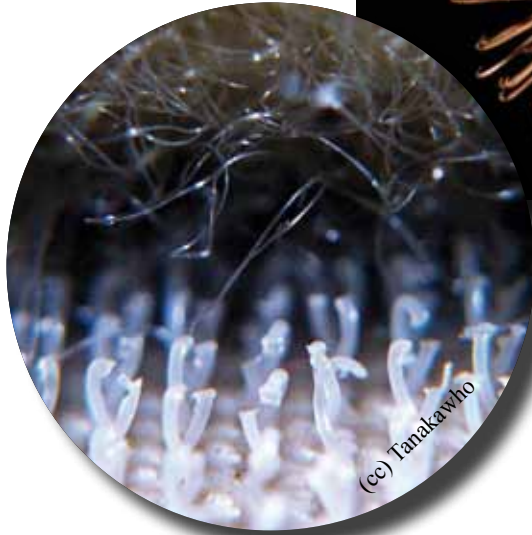
bles, es decir, sin el coste de analizar el problema, encontrar una forma de resolverlo y programar dicha solución. Ésta y otras técnicas similares, como las redes neuronales artificiales, la optimización con sistemas de partículas y la lógica difusa se agrupan dentro del campo de *soft computing*, es decir, estrategias de búsqueda donde se especifica sólo “qué hay que buscar”, y no “cómo hay que buscarlo”.

En este campo la Universidad de Málaga dispone de varios grupos de investigación que aplican la computación evolutiva a problemas ingenieriles. En concreto, el Grupo de Inteligencia Computacional (GIC) trabaja en extender sus fundamentos a partir del conocimiento biológico: importando estrategias de la genética molecular, modelando sistemas de desarrollo embrionario y analizando la evolución de la complejidad de los organismos. Ejemplo de ello son los trabajos sobre diseño de módulos de aterrizaje, la inferencia gramatical de

lenguajes formales y la evolución de estructuras tensegritales - cuya estabilidad depende del equilibrio entre fuerzas de tracción y compresión - y las arborizadas. Aquí aparece la informática como herramienta fundamental en el cálculo de estructuras a partir de algoritmos genéticos, para lo que se necesitan muchas horas de cómputo en busca de esa evolución de organismos digitales en el entorno binario. De hecho, un clúster de computación puede estar ocupado varios días en la evaluación de soluciones, como las ilustradas en la imagen principal: el diseño de un módulo de aterrizaje que minimice la deformación y la distancia final al punto de impacto. Aplicaciones de este tipo podrían ser de interés para naves espaciales que tengan como misión la exploración planetaria. Como puede comprobarse, la biomimética es y será un campo con líneas de investigación apasionantes y desafiantes, que exigen una gran capacidad de abstracción y multidisciplinariedad para demostrar, una vez más, que la naturaleza es sabia. ●



(cc) Brad Smith



Velcro: se ideó a partir de la capacidad del cardo alpino (*Xanthium spinosum*) para sujetarse al tejido.

La UMA trabaja en la solución de problemas de ingeniería que pueden aplicarse, por ejemplo, a los sistemas de aterrizaje en las misiones espaciales de exploración



(cc) GEB, Universidad de Málaga

La evolución de la ergonomía y del diseño de un teléfono conseguida a raíz de cálculos de algoritmos genéticos .

La medicina y la logopedia se unen contra la afasia

Este trastorno, que dificulta la comunicación verbal y sensorial de la persona afectada, puede remitir gracias a la utilización de fármacos aplicados en otras patologías cerebrales como el Alzheimer. Además, en combinación con sesiones de logopedia se ha demostrado que los pacientes pueden experimentar una considerable mejora en la articulación de palabras.

>> Marcelo Luis Berthier Torres

La afasia es la dificultad para producir y comprender el lenguaje debido a lesiones cerebrales adquiridas, como el ictus, traumatismos o tumores. A pesar de ser una enfermedad más frecuente que el Parkinson y la esclerosis múltiple, el desconocimiento por parte de la sociedad es casi total.

>> El final del dogma: Ampliación de la ventana terapéutica en la afasia

Los últimos estudios han revelado que la recuperación de los pacientes, no sólo necesita de tratamiento clínico, sino también de asistencia logopédica para la rehabilitación de las habilidades comunicativas de los afásicos.

Durante el siglo XX se ha argumentado repetidamente que la mayoría de los pacientes afásicos se beneficia poco o nada del tratamiento logopédico y que este beneficio, si ocurre, es efímero, evanescente y tiende a desaparecer a partir del primer año de evolución de la afasia. Esta posición dogmática no ha sido refrendada por

estudios serios y actualmente es insostenible, especialmente a la luz de varios ensayos clínicos que se han realizado en la última década. Este cambio en la “ventana terapéutica” de la afasia post-ictus abre la posibilidad de tratar a cualquier individuo afásico, sin tomar en consideración el tiempo de evolución del trastorno.

En el siglo XX aún se argumentaba que los pacientes afásicos se beneficiaban poco o nada de los tratamientos logopédicos

La evidencia reciente indica que los tratamientos logopédicos intensivos (más de dos horas semanales) y prolongados son eficaces. Por ello, el tratamiento de elección es la rehabilitación logopédica, al mismo tiempo que la utilización de fármacos que restablecen la actividad de los neurotransmisores dañados por el ictus,

se ha erigido en los últimos años como su complemento eficaz para el tratamiento de la afasia post-ictus.

En la Universidad de Málaga, un grupo de investigación compuesto por profesionales de distintas áreas de las neurociencias (neurología cognitiva, psicología, logopedia, neurofisiología, y neuroimagen) trabaja desde 2002 en la rehabilitación de pacientes con afasia post-ictus. El interés del equipo radica en investigar el beneficio que puede brindar la combinación de tratamientos logopédicos y farmacológicos.

>> Eficacia y seguridad de los fármacos anti-Alzheimer

Los estudios realizados para valorar la eficacia de medicamentos en la enfermedad de Alzheimer y demencia vascular han mostrado repetidamente que se observa un discreto beneficio en el lenguaje y la comunicación. Estos resultados se han obtenido con fármacos anticolinesterásicos como el donepezilo y con el anta-

En la UMA se han realizado ensayos clínicos con el uso de fármacos como el 'donezepilo' y la 'memantina', hasta ahora utilizados en el Alzheimer

gonista del receptor NMDA memantina. De esta forma se justificó la realización de ensayos clínicos pilotos en pacientes con afasias crónicas post-ictus. Para tal fin, el departamento de Medicina y Dermatología comenzó en 2001 a utilizar medicamentos como el donezepilo habitualmente empleados en el tratamiento de la enfermedad de Alzheimer, ya que también pueden mejorar las capacidades cognitivas mermadas tras el ictus.

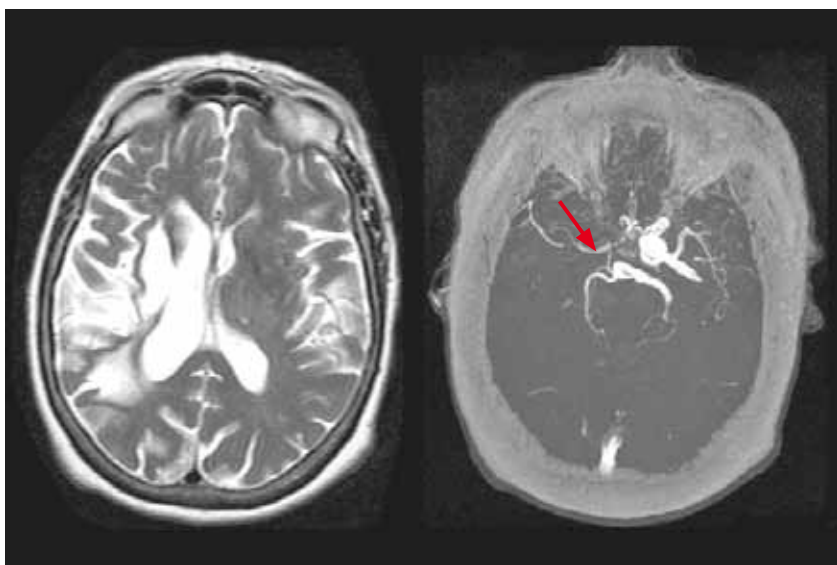
En los ensayos clínicos iniciales (2003-2006) se demostró que el donezepilo, en dosis similares a las utilizadas para el tratamiento de la enfermedad de Alzheimer, es eficaz y seguro en el tratamiento de la afasia post-ictus. Por ejemplo, además de observarse una mejoría global del paciente, han sido significativos los progresos en



pruebas como la denominación de dibujos de objetos y en la velocidad y precisión en el procesamiento de la información. Por otro lado, se demostró que la eficacia del donezepilo se mantiene a largo plazo, lo que garantiza a la persona afásica un mantenimiento de los beneficios alcanzados.

Estos resultados satisfactorios propiciaron el pasado mes de abril el inicio de un nuevo ensayo clínico con donezepilo y rehabilitación intensiva de la afasia para conocer los mecanismos cerebrales que operan en la mejoría de la afasia. El estudio de estos mecanismos, subvencionado por el Laboratorio Pfizer/Eisai, se realizará con resonancia magnética nuclear funcional (RMNf) y tomografía por emisión de positrones (PET) en la Unidad de Imagen Molecular de CIMES.

En la búsqueda de otras alternativas efectivas para el tratamiento de la afasia, en 2005 se inició un ensayo clínico en afasia post-ictus con otro medicamento, la memantina. En el proyecto, subvencionado por el laboratorio hispano-danés Lundbeck S.A., se seleccionó a la memantina porque su mecanismo de acción es diferente al del donezepilo y porque ambos fármacos pueden utilizarse en combinación. Mientras que el donezepilo actúa modulando el neurotransmisor acetilcolina, la memantina ejerce su acción sobre los receptores del glutamato, principal aminoácido excitador del sistema nervioso central. Este ensayo clínico, que culminó a finales de 2007 y se publicó en

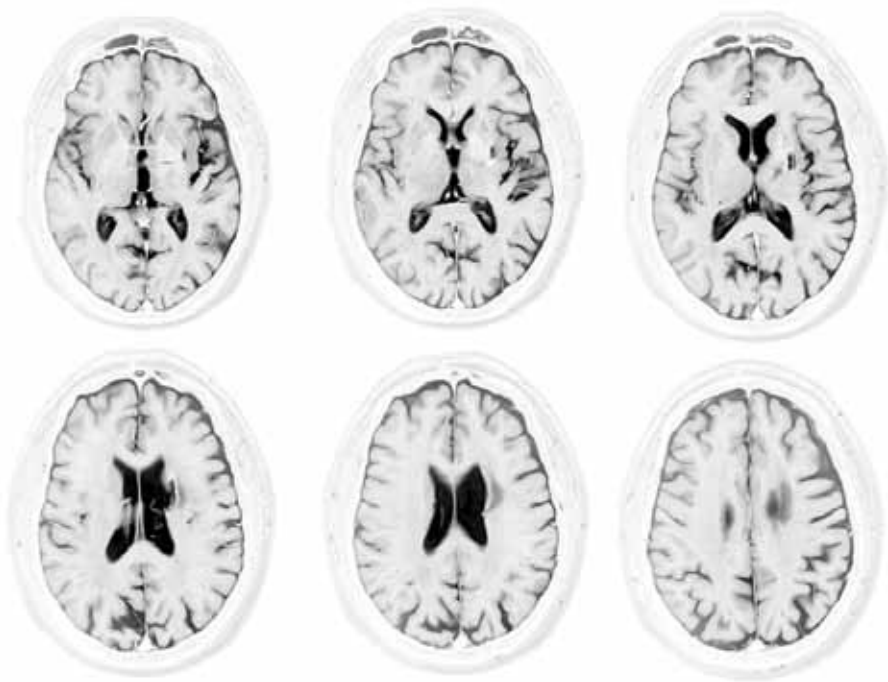


Afasia de conducción cruzada (afasia por lesión del hemisferio cerebral derecho en sujeto diestro) que afecta la región temporo-parietal derecha con extensión a estructuras subcorticales (ganglios basales y cápsula interna). En la imagen de la derecha, una marcada estenosis de la arteria cerebral media derecha (flecha roja) responsable del infarto cerebral.

Annals of Neurology en mayo de 2009, combinó la memantina con una novedosa técnica de rehabilitación de la afasia creada por Friedemann Pulvermüller del Medical Research Council de la Universidad de Cambridge denominada “constraint-induced aphasia therapy” (rehabilitación grupal intensiva de la afasia, REGIA) y con el análisis en tiempo real de las señales cerebrales mediante potenciales evocados relacionados con eventos. Para ello, además del doctor Pulvermüller, se contó con la colaboración de neurofisiólogos, psicólogos y logopedas del Centro de Investigaciones Médico-Sanitarias (CIMES).

Una familia bien “adiestrada” funciona como un logopeda, ya que presencia la mayoría de estímulos diarios del paciente y su recuperación

En este ensayo clínico doble-ciego (método científico donde ni los individuos ni los investigadores saben quién pertenece al grupo de control y quién al grupo experimental), controlado con placebo y con fase abierta de extensión (48 semanas de duración) se incluyeron 28 pacientes con afasia post-ictus crónicas, es decir, con más de un año de evolución. Los pacientes fueron tratados con memantina o placebo sólo durante cuatro meses, continuaron con el mismo régimen de tratamiento más REGIA durante dos semanas y luego, tras cuatro semanas sin recibir ningún tratamiento para la afasia, se les ofreció continuar con memantina hasta completar 48 semanas del ensayo. La REGIA es una terapia grupal de 30 horas con la que, a través de diversas actividades, se persigue que el paciente comience a poder denominar de objetos, así como, solventar los problemas de memoria implícitos en una patología como la afasia. Esta terapia, como tal, debe ser sólo la semilla para conducir una rehabilitación donde la fa-



Paciente con síndrome del acento extranjero secundario como secuela de hemorragia en ínsula izquierda y corona radiata suprayacente.

milia juega un papel fundamental. De hecho, los beneficios obtenidos por familia bien “adiestrada” son similares a los que brinda la logopeda, ya que está presente en la mayoría de estímulos diarios del paciente y en su paulatina recuperación.

Los resultados fueron positivos, pues los pacientes tratados con memantina mejoraron significativamente más que aquellos que recibieron placebo. Además, cuando la memantina se asoció a REGIA, se observó un efecto aditivo, es decir, los efectos del tratamiento combinado superaron las expectativas de los resultados obtenidos con cada tratamiento por separado. Los beneficios se observaron, tanto en la gravedad global de la afasia, como en la comunicación para actividades de la vida diaria, manteniéndose incluso dicha mejoría hasta seis meses.

Por otra parte, otro de los proyectos de investigación que está vigente hasta 2010, se enmarca dentro de los Proyectos de I+D del Ministerio de Salud y está dedicado al diseño y validación de materiales de rehabilitación de la afasias con una inversión cercana a cien mil euros.

Nuestros resultados y los publicados por otros investigadores son preliminares y queda aún mucho camino por recorrer

en la rehabilitación de las diversas secuelas de ictus. Sin embargo, la posibilidad de reparar el cerebro humano tras ictus es posible y actualmente estamos asistiendo a un vertiginoso desarrollo de nuevas opciones terapéuticas (rehabilitación cognitiva intensiva, tratamiento farmacológico de neuro-reemplazo, factores de crecimiento, terapias celulares, estimulación magnética y estrategias basadas en nuevas tecnologías – intervenciones neuro-protésicas, robótica-) que auguran un futuro promisorio para la recuperación de la afasia post-ictus y de los trastornos asociados. ●



PROCESO DE BOLONIA ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR

El Proceso de Bolonia unificará en el horizonte de 2010 el modelo de enseñanza universitaria en 29 países de la UE.

La Europa económica le cede ahora el paso a la nueva "Europa del Conocimiento".

ENSEÑANZA EUROPEA,
ACREDITADA, DE CALIDAD ★

FORMACIÓN PRÁCTICA,
ORIENTADA AL ★
MERCADO LABORAL

RECONOCIMIENTO
INTERNACIONAL ★
DE LAS TITULACIONES

FOMENTA LA MOVILIDAD
DE ESTUDIANTES Y ★
TRABAJADORES EN LA U.E.





>> La ciencia que se toca <<

Centro Principia <<



>> Teresa Cruz Sánchez

El Centro Principia es un museo interactivo de ciencia que tiene como objetivo acercar la ciencia y la tecnología a la sociedad de una manera amena, sin perder rigor en sus contenidos.

Hace más de diez años, un grupo de profesores de Málaga quisieron acercar la ciencia de manera atractiva y comprensible a sus alumnos, y comenzaron a trabajar juntos diseñando pequeños experimentos. Sus propuestas tuvieron tal éxito en la comunidad educativa que se vieron obligados a formalizar su proyecto. Así nació Principia, como un consorcio formado por la Asociación Mecyt (los impulsores de la idea), la Consejería de Educación, Unicaja y la Diputación de Málaga.

Su primera intención fue crear un recurso pedagógico para que los profesores de Málaga pudieran ofrecer una experiencia directa y divertida de la ciencia a sus alumnos, y de hecho, el Centro es un constante ir y venir de grupos de estudiantes de todas las edades. Como dato, cada año pasan por Principia una media de 25.000 visitantes, de los que la mayoría son alumnos de todos los niveles de enseñanza de Málaga, si bien cada año acuden más alumnos de las provincias vecinas.

Con el pasar del tiempo –cumplió 10 años en abril–, han ido aumentando las visitas de muchos adultos interesados en comprender los fenómenos naturales,

Centro Principia
Avenida Luis Buñuel nº 6, Málaga
(junto al estadio “La Rosaleda”
y frente al diario “SUR”)



de forma que actualmente realizan una atractiva oferta de actividades al conjunto de la sociedad malagueña.



>> ¿Qué podemos hacer en Principia?

>> **Una visita guiada.** En función de la edad de los visitantes, los monitores de Principia les acompañan en un recorrido por el museo en el que pueden experimentar y comprender muchos fenómenos de la física y la química, además de viajar en el espacio desde su Planetario. A diario hay tres turnos y la visita dura aproximadamente dos horas.

Iniciamos nuestro recorrido por la Sala Tomás Hormigo, donde podremos experimentar con más de setenta módulos interactivos, elaborados por los profesores del centro y colaboradores de Institutos de Educación Secundaria, que ayudan a comprender el fundamento de muchos fenómenos que se producen en la naturaleza y otros relacionados con los avances tecnológicos. Las materias científicas que se tratan en los módulos son astronomía, biología, electricidad y magnetismo, matemáticas, mecánica, ondas, percepción y química. Podrás entender desde el porqué del vuelo de

los aviones hasta cómo funciona la conexión sináptica entre dos neuronas.

Luego, siempre acompañados por un monitor científico, pasaremos a la Sala Faraday, donde realizaremos experimentos en vivo de electrostática, mecánica, ondas y química, aquí la participación activa del público es crucial para disfrutar y aprender ciencia de otra forma.

Terminaremos el circuito en el Planetario, con una capacidad de 30 personas.

Tiene una cúpula de 5 metros de diámetro y está equipado con un proyector digital que permite simular el cielo de cualquier latitud y época. Asimismo, se puede simular el movimiento de las estrellas, el Sol, los planetas, y contemplar imágenes de diferentes astros y de cielo profundo.

>> **Observaciones astronómicas.** Cada mes el Centro Principia en colaboración con la Agrupación Astronómica de Málaga SIRIO, organiza una observación. El Centro cuenta con un pequeño observatorio astronómico; se trata de una cúpula de tres metros de diámetro desde la que se puede observar el cielo resguardado de las inclemencias del tiempo. Está conectado mediante una cámara CCD al proyector de la Sala Faraday, lo que posibilita que la actividad pueda ser seguida por todo un grupo a la vez.

>> **Charlas divulgativas.** También una vez al mes se organizan “Los sábados en Principia... disfruta con la ciencia”, donde diferentes ponentes (investigadores, profesores, periodistas...) comparten su conocimiento.

>> **Cine científico.** Principia organiza ciclos de cine con el fondo documental de la videoteca cedida por Unicaja. Se celebran un miércoles de cada mes, a lo largo del curso escolar.

El Centro Principia se ha consolidado como **recurso educativo** para los profesores, donde encuentran apoyo en su trabajo de divulgación y de formación: la videoteca, con más de 1.700 títulos de documentales que se pueden solicitar a través de la página Web, el museo y las





exposiciones itinerantes, los materiales didácticos editados, el planetario portátil, etc.

Además, y para despertar el espíritu divulgador de los chavales, cada año el Centro convoca el **Concurso “Diseño y Construcción de Módulos Interactivos de Ciencia”** donde alumnos y profesores construyen aparatos, dispositivos o módulos interactivos para demostrar, justificar y/o divulgar cualquier ley, principio o fundamento científico para su mejor comprensión.

>> Las cosas bien hechas

Principia cuenta con todos los ingredientes de un gran proyecto: nace del deseo de compartir el conocimiento, implica a toda una comunidad educativa y a las instituciones, cuenta con un liderazgo claro, incorpora la innovación como su sello de identidad y desarrolla una trayectoria impecable durante 10 años. Principia es, sin duda, una de las más interesantes iniciativas en divulgación de Andalucía, una pequeña joya al servicio de la difusión de la ciencia. ●

>> Para los que quieran visitar el Centro de Ciencia Principia

Agenda de actividades:
www.cienciadirecta.com

Reservas:
Para acudir en grupo es necesario hacer una reserva por teléfono al 952 07 04 81.

Horario:
De lunes a viernes:
mañanas de 9:30 a 14:00 horas y tardes de 17:00 a 20:00 horas.

Sábados:
mañanas de 10:00 a 14:00 horas.

Tarifas:
Entrada individual: 2€.
Precio reducido para grupos: 1,5€ por persona.

Dirección
Avenida Luis Buñuel nº 6, Málaga (junto al estadio “La Rosaleda” y frente al diario “SUR”)

Más información:
www.cienciadirecta.com



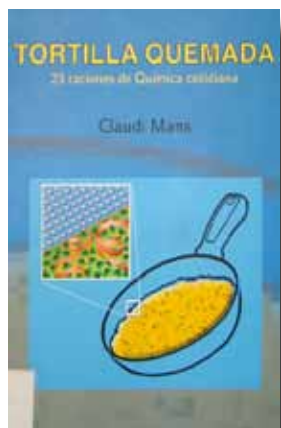


>> Brontosaurus y la nalga del ministro

Stephen Jay Gould
Crítica, 1993
485 p. ; 24 cm.

Gould tiene la virtud de interesar al lector por el mundo que nos rodea, de estimular nuestra curiosidad, como muestra el título de esta obra, de qué manera las vidas de personas que nunca se conocieron se entrelazan y dan lugar a lo que hoy somos y sabemos.

Freud, los teclados de las máquinas de escribir, los huevos de kiwi, el jugador de beisbol Joe di Maggio, Charles Darwin y su abuelo, o los cromosomas de las hormigas sirven al autor para reflexionar sobre la evolución y la historia natural. Al lector sólo le queda dejarse “engancharse” por este libro.



>> Tortilla quemada: 23 razones de química cotidiana

Claudi Mans
Collegi Oficial de Químics de Catalunya, 2005
316 p. ; 23 cm.

El autor, desde las primeras líneas de este libro, pretende “establecer un vínculo entre los elementos cotidianos de nuestra vida y los conocimientos que tiene o ha tenido el lector, pero que tal vez nunca había visto aplicados a campos cotidianos”.

Claudi Mans, a través de su experiencia como ingeniero químico de la Universidad de Barcelona, consigue en 23 capítulos que la química sea la protagonista, en la cocina, en nuestra casa, en nuestra ciudad, con los amigos, en el supermercado..., ejemplos que ayudan a comprender e interiorizar principios científicos.



>> Breve historia de la ciencia española

Este obra de Leoncio López-Ocón, director del Instituto de Historia del CSIC, es imprescindible para tener una visión de conjunto de la ciencia española a través de toda su historia.

Con un relato minucioso sintetiza y explica no sólo los últimos siglos con sus luces y sombras sino también nuestra historia más reciente, mostrando las líneas maestras sobre las que se ha asentado la estructura actual de la ciencia en nuestro país.

Leoncio López - Ocón
Cabrera
Alianza, 2003
479 p. ; 18 cm.



>> La ciencia a través del periodismo

Carlos Elías es profesor, periodista y científico, tres profesiones que combina en este libro para que el lector entienda las más variadas noticias de temática científica.

Esta recopilación de artículos publicados en el diario *El Mundo* y su suplemento tienen como característica común la lectura fácil, de hecho se ha convertido en libro de cabecera para estudiantes de periodismo y divulgadores de la ciencia.

Carlos Elías
Nivola, 2003
285 p. ; 24 cm.



>> ¡Viva la Ciencia!

Esta colaboración entre Míngote y Sánchez Ron da como resultado un libro estéticamente precioso. El lector no se puede perder ‘los cuarenta principales de la ciencia’ con las ilustraciones de investigadores tales como Darwin acompañado de su tortuga Harriet o Einstein con su violín...

Además, su belleza gráfica conjuga con la cercanía que Sánchez Ron imprime en su recorrido histórico por las distintas áreas de la ciencia, a través de sus protagonistas y sus acontecimientos.

Antonio Míngote ; José
Manuel Sánchez Ron
Crítica, 2008
269 p. ; 29 cm.

>> Aula del cielo



Aula del Cielo se dirige a escolares de todos los niveles, principalmente de Málaga y su provincia. Esta iniciativa divulga y enseña astronomía a través de sus planetarios, instrumentos de observación y su personal, que se desplaza allí donde el público se encuentre con sus equipos e instrumental. Además, en este portal se ofrece un interesante material didáctico que cualquier usuario aficionado a la astronomía puede descargar e imprimir.

+ info: www.auladelcielo.es <<

>> Ciencia Directa



Ciencia Directa es una plataforma online de la Red de Espacios Científico Tecnológicos de Andalucía (RECTA), asociación sin ánimo de lucro impulsada por la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía. Ofrece las novedades de resultados de la investigación que se desarrolla en Andalucía, así como las noticias destacadas de los distintos centros de RECTA. Se completa con un geolocalizador de noticias, infraestructuras y actividades.

+ info: www.cienciadirecta.com <<

>> Plataforma SINC



Plataforma multimedia de comunicación científica auspiciada por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). SINC gestiona y produce contenidos informativos de actualidad científica. También difunde trabajos de investigadores españoles. Destaca la excelente organización temática y en especial el apartado multimedia, con bancos de imágenes, vídeos, ilustraciones, infografías, pósters científicos y mapas.

+ info: www.plataformasinc.es <<

>> Divulga UNED



DivulgaUNED es la Unidad de Cultura Científica de la Universidad Nacional de Educación a Distancia. Difunde en la sociedad las actividades de investigación que llevan a cabo los miembros de la UNED, para ello se organizan las noticias por materias en la sección UNED investiga. También crea un espacio para el comentario de las novedades científicas generales y dispone de un buscador avanzado y una sección de entrevistas a científicos de relevancia.

+ info: www.divulgauned.es <<

>> Kalipedia



Portal de divulgación científica de la editorial Santillana. Está dirigido a un público joven, especialmente de educación secundaria. La información, en forma de noticia, está clasificada por materias y organizada en los distintos niveles educativos. Tienen especial interés los apartados multimedia, los blogs y el acceso directo a diccionarios. También dispone de un buscador para encontrar información en el mismo portal o en Google.

+ info: www.kalipedia.com <<

>> WikiCiencia



WikiCiencia es una iniciativa privada que nace como un portal estudiantil dedicado de forma fundamental a la electrónica e informática, con un perfil marcadamente técnico. Su idea fundamental es la publicación de artículos de aportación libre, editores y usuarios que "comparten conocimiento". Destacan los apartados de noticias y ciencia fácil en el que se explican de forma amena y clara conceptos científicos.

+ info: www.wikiciencia.org <<



investigación



desarrollo



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 40 dirotri@uma.es

VICERRECTORADO DE INNOVACIÓN Y
DESARROLLO TECNOLÓGICO
952 13 43 50 vridt@uma.es



CONTRATOS Y PATENTES



universidad-empresa



UGALLERY

>> Banco de imágenes para la divulgación científica

www.uciencia.uma.es

