



LA CIENCIA,
CLAVE
EN LAS
NEGOCIACIONES
DE PARÍS

Planta de energía Gemasolar en Sevilla / Fuente: Gemasolar.

Buscando los
orígenes del
universo

La ciencia es
el motor de
una economía
y progreso
sostenibles

Ondas
gravitacionales,
reafirmando a
Albert Einstein

MIRADOR



06
La Ciencia,
clave en las
negociaciones de
París

DIÁLOGOS



16
El espíritu de
París

PERFILES



18
Buscando los
orígenes del
universo

LETRAS



26
'Bullying': el
acoso entre
escolares

CONCIENCIAS



30
Las fronteras
matemáticas de
Gambia

CIENCIA&COMPAÑÍA



38
Las lentejas,
'mejor si no las
dejas'

NACIENCIA



45
Biomasa, el
'superpoder' de la
naturaleza

SIN FRONTERAS



53
Aida Platero
Luengo
"La ciencia es el
motor de un progreso
sostenible"

FIRMA INVITADA



57
Mercedes Feriche
La sismicidad en
Andalucía

60
Carlos Barceló
Ondas gravitacionales,
reafirmando a Albert
Einstein

¿@? RESPUESTAS



62
Larga vida al
corazón



REVISTA IDESQBRE

EDITORIAL

En el iDescubre de enero-marzo de 2016, El Mirador está dedicada a la Cumbre del cambio climático celebrada en París, el papel clave del **Instituto de Prospectiva Tecnológica** ubicado en Sevilla, que contribuyó, gracias a sus investigaciones, a alcanzar una serie de compromisos internacionales por el Medio Ambiente. En Diálogos, José María Montero, director editorial de 'iDescubre' y de 'Espacio Protegido' y 'Tierra y Mar' en **Canal Sur Televisión** relata, como enviado especial a la COP21, los acontecimientos acaecidos durante el encuentro en la ciudad parisina. La sección Perfiles recorre, en esta ocasión, las peripecias vitales y académicas de José Manuel Vílchez, director del **Instituto de Astrofísica de Andalucía**, institución que celebra su 40 cumpleaños. En Letras de Ciencia, la investigadora de la **Universidad de Córdoba**, Olga Gómez, explica qué es el 'bullying', cuáles son las dimensiones reales de este problema y qué podemos hacer para combatirlo.

Conciencias está dedicado, gracias a Álvaro Martínez Sevilla, experto de la **Universidad de Granada**, a desgranar los motivos históricos que hacen de las fronteras de Gambia, África, un perímetro geográfico único en el mundo. En la sección Ciencia y Compañía, Francisco Pérez Jiménez, catedrático de la Universidad de Córdoba, y Marina Villalón Mir, del departamento de Nutrición y Bromatología de la Universidad de Granada, describen las principales cualidades de las legumbres en su año internacional (2016).

En nuestra sección Naciencia nos lanzamos a Jaén, donde la investigadora y emprendedora Isabel Cano-Caballero, egresada de la **Universidad de Jaén**, es uno de los líderes de '**Bioliza**', una empresa que nace con la finalidad de ofrecer soluciones tecnológicas a industrias generadoras de biomasa y demandantes de calor, de manera que les permita mejorar sus procesos productivos y ser más competitivas. Sin fronteras se desplaza al Instituto Salk de Estudios Biológicos, en San Diego, Estados Unidos, donde la sevillana Aida Platero Luengo estudia nuevos métodos para obtener células capaces de crear órganos humanos en animales, regenerar cartílagos dañados o aportar algunas de las claves para revertir el envejecimiento.

En la sección Firma invitada los expertos Carlos Barceló, del Instituto de Astrofísica de Andalucía, y Mercedes Feriche, responsable del Área de Prevención de Desastres Sísmicos del **Instituto Andaluz de Geofísica** explican los motivos científicos de los terremotos ocurridos en Andalucía y la importancia del descubrimiento de las ondas gravitacionales. En Respuestas, el investigador de la Universidad de Jaén, Diego Franco, resuelve una cuestión muy presente durante los últimos meses: ¿Cómo prevenir el riesgo cardíaco? Finalmente, la revista sigue atenta a la Actualidad, a las noticias que se generan tanto en el ámbito de la propia Fundación Descubre como las que nos llegan desde universidades, empresas o cualquier otra institución relacionada con la divulgación científica.

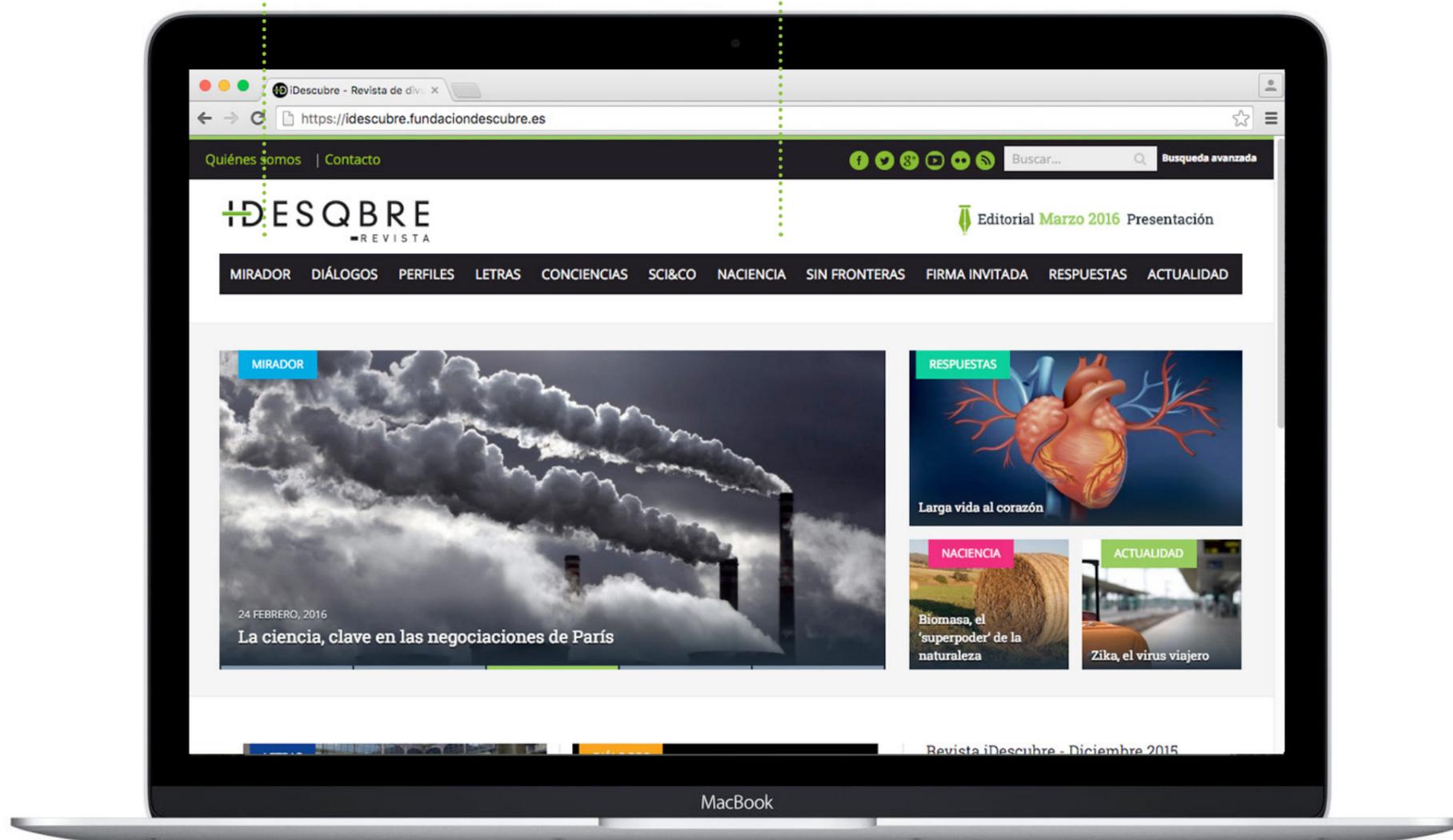


Imagen de la página web iDescubre.



REVISTA IDSCUBRE

PRESENTACIÓN

'iDescubre' es la revista digital dedicada a la divulgación científica andaluza de la **Fundación Descubre**, entidad privada sin ánimo de lucro que integra como patronos a los 24 principales centros de Investigación y divulgación de Andalucía. La publicación persigue acercar la ciencia a todos los públicos y compartir, de manera rigurosa pero cercana, el Conocimiento que nace del trabajo de la comunidad científica andaluza. Así, se convierte en un punto de encuentro entre los investigadores, los divulgadores y los comunicadores con la sociedad. Además se perfila como un escaparate de los avances científicos, así como de las tendencias de la ciencia materializadas en secciones que abordan temas en profundidad, junto con otros destinados a enfatizar la ciencia del día a día. Todo contado de la forma más cercana por científicos divulgadores y comunicadores especializados en ciencia para garantizar el rigor, a la vez que la comprensión de los contenidos. 'iDescubre' se suma a los canales informativos ya consolidados de la Fundación Descubre como su boletín semanal o su agencia de noticias. Además, abre un nuevo espacio para la reflexión y el abordaje de temas en profundidad, contados por sus protagonistas y plasmados en diversidad de formatos y géneros, como el reportaje, el perfil, la entrevista audiovisual o las conversaciones generadas en los nuevos medios sociales. La revista está avalada por el asesoramiento de más de 400 científicos, hombres y mujeres que manifiestan su compromiso con la divulgación con su participación en la Guía de Expert@s de Andalucía. Además cuenta con una dirección científica y otra editorial, un nuevo foro común para cumplir la máxima: rigor científico y cercanía ciudadana.

LA CIENCIA, CLAVE EN LAS NEGOCIACIONES DE PARÍS

El Centro Común de Investigación (JRC) de la Comisión Europea, y muy especialmente su organismo ubicado en Sevilla, el Instituto de Prospectiva Tecnológica (IPTS), analiza distintos escenarios sobre los efectos del cambio climático y su impacto económico que han servido para alcanzar los acuerdos de la última cumbre internacional.

Pilar Macías | Fundación Descubre

La reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero ahorraría miles de millones de euros y salvaría vidas. Es una idea simple y revolucionaria al mismo tiempo, fruto de un nuevo enfoque sobre las consecuencias del cambio climático vertido por los expertos en la Cumbre de París (COP21) del pasado mes de diciembre de 2015. Una incipiente visión que, apuntan, pone la atención en el impacto económico y humano que supondría mantener en el tiempo los mismos patrones de conducta en ámbitos como el energético que llevarían al escenario más apocalíptico en el futuro.

Estudiar, analizar y cuantificar este impacto forma parte fundamental del trabajo que desarrolla el [Instituto de Prospectiva Tecnológica de Sevilla](#), que pertenece al [Centro Común de Investigación de la Comisión Europea](#), encargada de las negociaciones en las cumbres que tienen el cambio climático como tema principal y cuya última edición se ha celebrado en París. Los expertos reconocen que el papel de la ciencia a la hora de trazar el sendero a seguir para combatir los efectos del cambio climático es imprescindible, no sólo a la hora de identificar los efectos y riesgos de esta amenaza, sino sus consecuencias a nivel económico y social. "La cumbre es la consecuencia de un largo y a veces complicado camino en el panorama internacional y en el desarrollo de una política global para la lucha contra el cambio climático", explica Antonio Soria, jefe de la Unidad Economía de la Energía, el Transporte y el Cambio Climático en el Instituto de Prospectiva Tecnológica. Para esclarecer este camino, la institución en la que trabaja Soria asiste para dar elementos de análisis y argumentación a las distintas opciones políticas en los campos de investigación en los que desarrollan su actividad, ya sea política agrícola, ambiental y climática.

El Instituto de Prospectiva Tecnológica aporta elementos de análisis a las distintas opciones políticas en los campos de investigación donde desarrollan su actividad.

La labor del Instituto en lo que a política climática se refiere fluye en dos sentidos. En primer lugar, propone escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero a medio-largo plazo para los países de la Unión Europea y para el resto de los estados del mundo. "Estos datos son transferidos a las direcciones generales de Acción Climática y Energía para que puedan realizar las propuestas pertinentes en función de estos valores", explica Soria.

En segundo lugar, analiza el impacto social y económico del cambio climático que ya está teniendo lugar. Esto requiere un conocimiento menos intenso del sistema energético y más profundo de los distintos mecanismos de daño por los que el cambio climático afecta a las sociedades. Por ejemplo, estudian cuál es el grado esperado de subida del nivel del mar en 10, 20 ó 30 años y las consecuencias en términos económicos para los sistemas costeros. "Con este tipo de análisis vemos qué países son los más vulnerables y a quién hay que asistir de forma prioritaria", prosigue el experto.



Líderes de la política mundial celebran el acuerdo de París.

Las [conclusiones](#) de los trabajos realizados por el Instituto de Prospectiva Tecnológica de la Unión Europea ubicado en Sevilla han sido claves en las negociaciones de la Cumbre de París celebrada el pasado mes de diciembre. Precisamente, el acuerdo alcanzado en la ciudad parisina ha supuesto un avance sustancial, admite Soria, en la lucha contra el cambio climático porque supone un nuevo paradigma con respecto a la forma en la que cada país contribuirá en el futuro: "El Protocolo de Kioto de 1997 pretendía que una serie de países hicieran determinadas reducciones y rindieran cuentas ante un alto tribunal, siguiendo una reglas complejas y confusas. El objetivo era ambicioso para unos estados, pero dejaba fuera un gran conjunto de emisiones".

EL CAMBIO CLIMÁTICO ES UN HECHO

El cambio climático no consiste en que la temperatura vaya a subir dos grados o cinco, según explica el investigador, Antonio Soria: "Responde a un cambio en los patrones de temperatura, en el comportamiento medio de la atmósfera, por lo que los episodios extremos como grandes calores, fríos, tormentas o calmas van a ser más frecuentes". Esto debilitará la corriente de chorro, encargada de estabilizar el patrón

de borrascas y anticiclones en las latitudes medias. Al debilitarse, provoca una perturbación en la sucesión natural de las estaciones, introduce cambios en los episodios de floración de las especies, de manera que distorsiona notablemente la agricultura, la pesca, o la actividad económica estacional, además de que se incrementan los episodios extremos como huracanes y tormentas.

Por ello, Soria insiste: "El desafío es cuantificarlo adecuadamente, ponerlo en un marco de comparación y comunicar a la sociedad lo que nos estamos jugando. Lo importante es presentar estos impactos económicos comparables para que la gente sepa lo que nos puede costar el cambio climático".



Antonio Soria, durante la entrevista.

El nuevo esquema aprobado en la Cumbre de París establece que cada país declarará su capacidad de reducción de gases de efecto invernadero de forma voluntaria, dependiendo de su nivel de realización y de su músculo financiero, marcando además los plazos viables para cumplir estas metas. “El éxito ha sido tal que 187 países han presentado en París determinadas contribuciones nacionales voluntarias (*Intended Nationally Determined Contributions*, INDCs por sus siglas en inglés) que cubren hasta un 97% de las emisiones globales”, continúa Antonio Soria.

Antonio Soria: “Los acuerdos alcanzados tras la Cumbre de París suponen un avance en la lucha contra el cambio climático”.

Además, se implementa un sistema que obliga a preparar, comunicar y mantener esos compromisos de reducción, adoptar medidas de mitigación y una revisión profunda cada cinco años que obligue a una rendición de cuentas para saber qué ha hecho cada miembro en dicho período. “Es una meta a muy corto plazo que

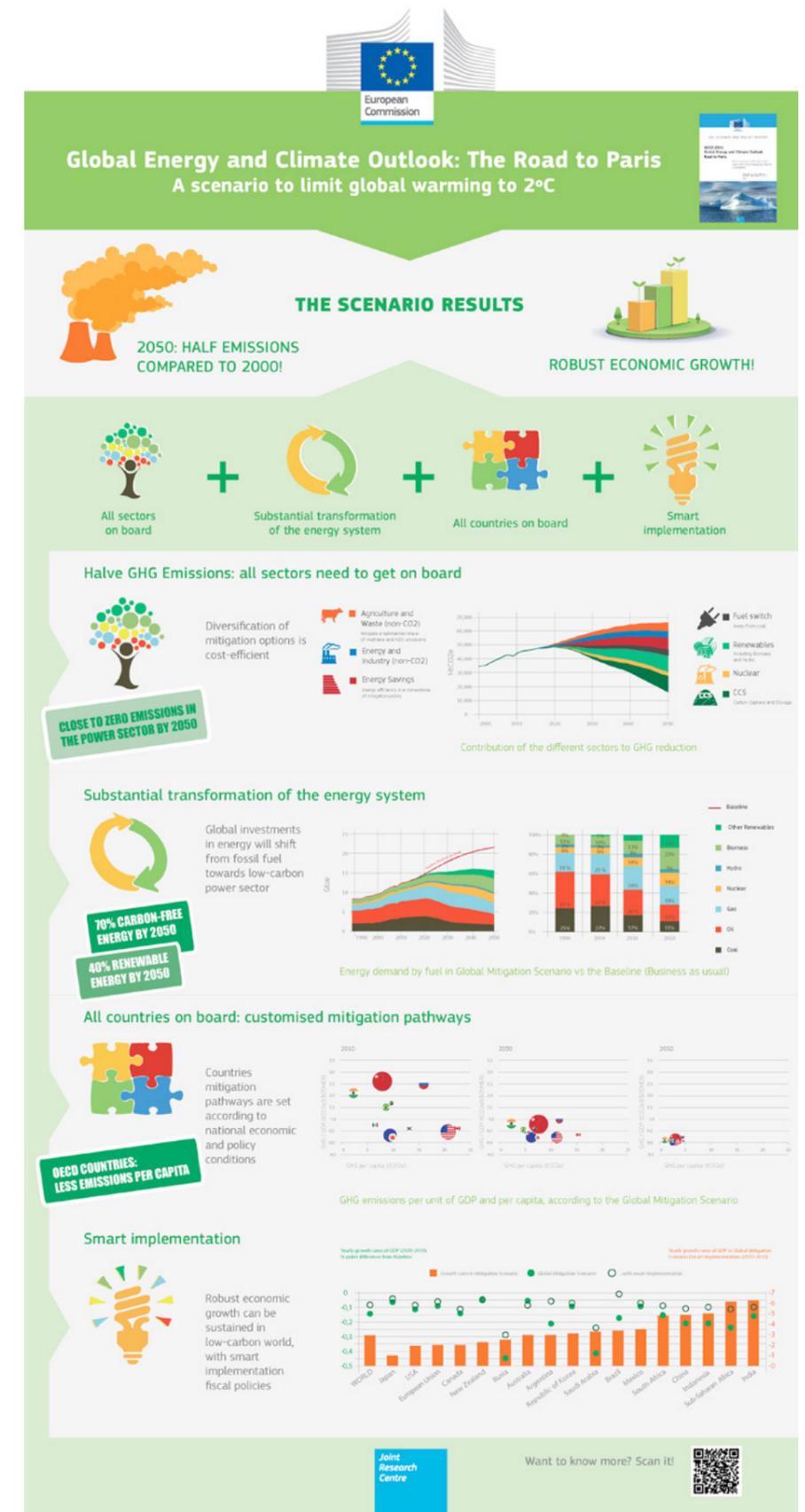
permite reconducir las políticas nacionales y corregir alguna desviación si se produce sobre el plan previsto”, confirma el investigador.

Desafíos individuales

Otra de las bazas del acuerdo es que los sistemas de contabilidad de emisiones y los objetivos sectoriales que se implementen serán públicos, contribuyendo así a dar credibilidad al esquema. Por tanto, el desafío ahora será analizar individualmente cada contribución nacional declarada por cada uno de los estados miembros, con el objetivo de conocer el esfuerzo económico que supone cada uno de sus compromisos para comparar si son similares entre sí. “Esto dará munición negociadora a nuestros representantes de la Dirección General de Acción Climática”, confirma el ingeniero y economista.

Los estudios recabados por la institución en la que trabaja Soria avanzan la viabilidad de la consecución de los objetivos marcados, sin que ello suponga un lastre económico para los países. De esta forma, el investigador destaca el ejemplo de Europa. “La Unión Europea lleva una trayectoria virtuosísima en términos de consumo

de energía y de emisiones de gases de efecto invernadero. Desde el año 90, ha duplicado su Producto Interior Bruto (PIB) y, sin embargo, el consumo de energía se ha mantenido prácticamente constante”, manifiesta. Esto demuestra, continúa el investigador, que se puede crecer de forma sustancial económicamente y, a la vez, mantener constantes e incluso reducir el consumo de energía y emisiones. “No es el caso de Estados Unidos o Australia. Pero no hay nada radicalmente distinto en estas economías que impida que en el futuro sigan un recorrido similar. Por lo que este camino ejemplificador que ha emprendido la Unión Europea es perfectamente exportable a otros países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y también a otros en vías de desarrollo”, concluye.]



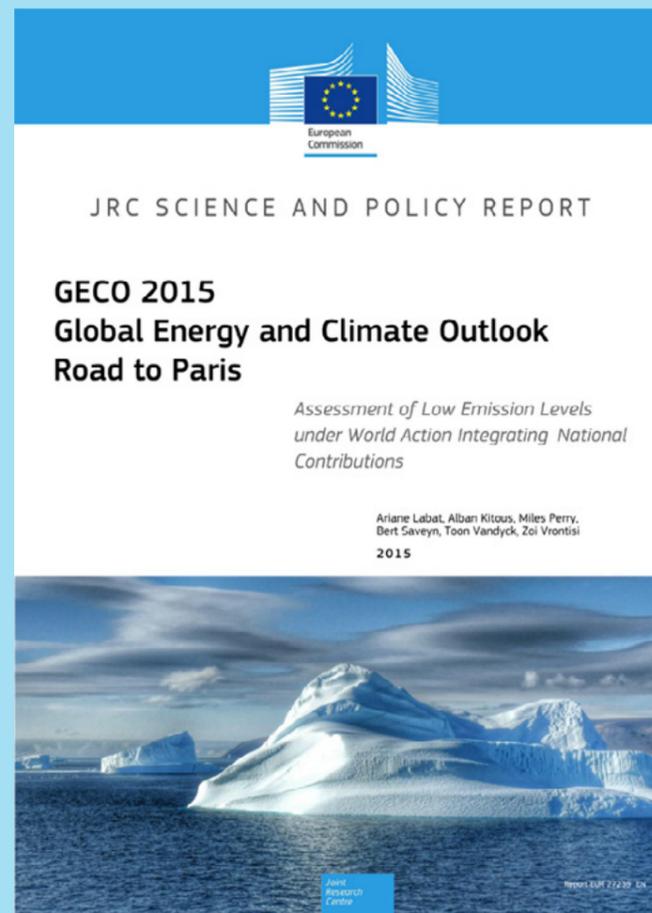
Escenario global tras la Cumbre de París / Fuente: Comisión Europea.

MÁS DATOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

CLAVES DEL ACUERDO DE PARÍS

El texto de 31 páginas reúne el compromiso mundial por mantener el aumento de las temperaturas por debajo de los 2 grados con respecto a los niveles preindustriales y perseguir los esfuerzos para limitar el aumento a 1,5 grados. El mecanismo de revisión de los compromisos de cada país sí es jurídicamente vinculante para tratar así de garantizar el cumplimiento. Además, 187 países de los 195 que forman parte de la Convención de cambio climático de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) han entregado compromisos nacionales que entrarán en vigor en 2020 y se revisarán al alza cada cinco años. "No habrá sanciones, pero sí un mecanismo transparente de seguimiento del cumplimiento para tratar de garantizar que todo el mundo hace lo prometido", advierte Soria. Las naciones se proponen que las emisiones toquen techo "tan pronto como sea posible", reconociendo que esta tarea llevará más tiempo para los países en desarrollo, y que se efectúen reducciones rápidas a partir de ese momento.

El acuerdo dice que los países desarrollados "deben" contribuir a financiar la mitigación y la adaptación en los Estados en desarrollo, y anima a otros países que estén en condiciones económicas de hacerlo a que también aporten voluntariamente. Además, las naciones ricas deberán movilizar un mínimo de 100.000 millones de euros anualmente desde 2020 para apoyar la mitigación y adaptación al cambio climático en los países en desarrollo. Por último, el texto reconoce la necesidad de poner en marcha el 'Mecanismo de Pérdidas y Daños' asociados a los efectos más adversos del cambio climático.



UN ACUERDO PARA UNIRLOS A TODOS



Instituto de Prospectiva Tecnológica de Sevilla.

El acuerdo de París cobra trascendencia porque consigue unir la voluntad de los 196 gobiernos presentes en la cumbre, que se comprometieron a alcanzar el techo de emisiones de gases invernadero y a poner en marcha un mecanismo de financiación de 100.000 millones de dólares al año desde 2020 para tomar medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.

Aunque no todos los países han presentado ya sus compromisos en la reducción de gases de efecto invernadero, algunos de los más influyentes por su relevancia en este ámbito sí han llegado con los deberes hechos a París. Así, China ha prometido recortar sus emisiones por unidad de PIB entre un 60% y un 65% para 2030 con respecto a los niveles de 2005, y alcanzar su techo de emisiones para esa fecha. Para 2030, el país responsable del 27% de las emisiones mundiales de carbono, también asegura que aumentará al 20% el porcentaje de combustibles no fósiles (renovables y energía nuclear) en su cesta de consumo energético.

Estados Unidos, por su parte, se ha comprometido a la reducción de las emisiones de las plantas energéticas en un 32% en 2030 con respecto a los niveles de 2005. También exigirá la utilización de más energías renovables, como la solar o la eólica.

Rusia también reducirá de 25% a 30% los niveles de gases de efecto invernadero hacia el 2030 con relación a los de 1990 y disminuirá las emisiones provenientes de los sectores energético, industrial, agricultura, uso de la tierra y residuos.

SE FIRMARÁ LA PRÓXIMA PRIMAVERA

El acuerdo para la lucha contra el cambio climático fue escenificado con gran trascendencia en el acto final de la COP21. Entre aplausos y sonrisas, Laurent Fabius, por entonces ministro de Exteriores francés, dio por válido a golpe de mazo el tratado ante la falta de objeciones de las 196 delegaciones allí presentes. "Es un mazo pequeño, pero pienso que puede hacer un buen trabajo", afirmó en aquel momento histórico.

Se trata de un texto de 31 páginas, jurídicamente vinculante, que por primera vez reúne el compromiso mundial por mantener el aumento de las temperaturas por debajo de los 2 grados con respecto a los niveles preindustriales y perseguir los esfuerzos para limitar el aumento a 1,5 grados, que todavía deberá ser firmado oficialmente. Esta ceremonia tendrá lugar en la sede de Naciones Unidas, en Nueva York, la próxima primavera, en concreto, el 22 de abril. El nuevo acuerdo entrará en vigor cuando al menos 55 partes, que sumen en total el 55% de las emisiones globales lo hayan ratificado.

1972

Primera Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano

> Conocida también como la Conferencia de Estocolmo.

1979

Primera Conferencia Mundial sobre el Clima en Ginebra

> Por primera vez se consideró el cambio climático como una amenaza real para el planeta.

1997

Protocolo de Kioto.

> Es aquí donde los países industrializados adquirieron compromisos concretos y un calendario de actuación para que durante el período del 2008 al 2012, se redujeran las emisiones en un 5,2% con respecto a 1990.

1988

IPCC Aparece el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)

> Creado por la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

1992

Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (popularmente conocida como la Cumbre de la Tierra) en Río de Janeiro, Brasil

> Los líderes mundiales adoptaron el plan conocido como Agenda 21, un ambicioso programa de acción para el desarrollo sostenible global.

1995

Primera Conferencia de las partes Berlín

> Desde la adopción del Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, la Conferencia de las Partes (COP), el grupo de naciones que han firmado la CMNUCC, se ha reunido anualmente. Es la COP la responsable de mantener el proceso en su conjunto en marcha.

2002

Johannesburgo.

> Aparece la sociedad civil participando en el tema.

2007

Bali

> Se inició el proceso de negociación para el segundo periodo de cumplimiento del Protocolo de Kioto, que tendría vigencia entre 2012 y 2020. Los compromisos de Kioto resultaron insuficientes. Por lo tanto, en Bali se fijó una hoja de ruta (Bali Road Map) con el fin de posibilitar la implementación plena y efectiva.

CRONOGRAMA DE LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO



2009

Copenhague

> Se logró fijar la meta de que el límite máximo para el incremento de la temperatura media global sea 2°C. Sin embargo, no se mencionó como se alcanzaría esta meta en términos prácticos.

2010

Cancún

> Dentro de los ejes logrados en los acuerdos de Cancún resalta la creación del Fondo Verde para el Clima para proveer financiación a proyectos y actividades en países en desarrollo.

2011

Durban. XVII Conferencia sobre el Cambio Climático

> Los principales emisores de gases de efecto invernadero, como EE.UU. y los países de reciente industrialización Brasil, China, India y Sudáfrica, están dispuestos a iniciar un proceso que se completará en 2015 y que concluirá con un acuerdo legalmente vinculante de protección climática.

2012

Doha

> Logran un acuerdo de mínimos, conocido como Puerta Climática de Doha, y que prorroga hasta 2020 el periodo de compromiso del Protocolo de Kioto.

2013

Varsovia

> Después de rozar el fracaso, los participantes han conseguido llegar a un acuerdo de última hora que, aunque modesto, establece un nuevo camino hacia un pacto global y vinculante en 2015 y activa las ayudas a los países más vulnerables al cambio climático.

2014

Lima

> Los más de 190 países lograron un acuerdo de mínimos que insufla un poco de oxígeno a las asfixiadas negociaciones climáticas y urge a los países desarrollados a prever y movilizar soporte financiero para acciones ambiciosas de mitigación y adaptación para los países ya afectados por el cambio climático.

2015

París

> La COP21 concluyó con un texto jurídicamente vinculante que recoge por primera vez el compromiso mundial por mantener el aumento de las temperaturas por debajo de los 2 grados con respecto a los niveles preindustriales y perseguir los esfuerzos para limitar el aumento a 1,5 grados.

2016

Nueva York

El 22 de abril se ratificará formalmente el acuerdo suscrito por los países en la Cumbre de París. Los compromisos se revisarán cada cinco años.

2020

Las naciones con mayor músculo financiero deberán movilizar un mínimo de 100.000 millones de euros anualmente desde este año para apoyar la mitigación y adaptación al cambio climático en los países en desarrollo.



José María Montero Sandoval.

COP 21: EL ESPÍRITU DE PARÍS



En los pasillos de la COP21, la Conferencia Internacional sobre Cambio Climático, lo llamaban el *espíritu de París*, una actitud de generoso entendimiento entre gobiernos muy dispares que salvó el acuerdo en los momentos más delicados de la negociación. Una actitud que servía para recordarnos, a los que asistimos al cónclave, que todos somos habitantes de un único planeta, de un planeta único.

Un planeta, por cierto, para el que resulta intrascendente el cambio climático: sencillamente se adaptaría al nuevo escenario, donde, en la nómina de la biodiversidad, habría perdedores pero también ganadores. La única víctima indiscutible de una subida catastrófica de la temperatura media de la Tierra sería la humanidad; los únicos que veríamos hipotecado, sin duda ninguna, nuestro futuro seríamos los seres humanos. Por eso

José María Montero

Director editorial de 'iDescubre'. Director de 'Espacio Protegido' y 'Tierra y Mar' en Canal Sur Televisión. Enviado Especial a la COP21.

el **acuerdo de París**, más allá de cuestiones ambientales, puede ser el primer ejemplo, aunque tímido e insuficiente, de un nuevo estilo de diplomacia multilateral, de un nuevo modelo de gobernanza planetaria en el que la práctica totalidad de las naciones del mundo, con características culturales y políticas muy diferentes, son capaces de ponerse de acuerdo en favor del bien común.

Mientras las delegaciones oficiales peleaban los borradores del acuerdo línea a línea, párrafo a párrafo, el *espíritu de París* no sólo habitaba en esas maratónicas sesiones de debate político, alejadas (quizá demasiado alejadas) de la calle, del sentir de los ciudadanos. Ese espíritu estaba presente, con especial intensidad, en los miles de observadores que asistían a la Cumbre y que representaban a centenares de instituciones científicas y organizaciones no gubernamentales repartidas por todo el planeta. Ellos se ocuparon de recordar a los políticos que todos los que nos dábamos cita en Le Bourget habíamos recibido una suerte de mandato de más de 7.000 millones de seres humanos, y que no podíamos traicionar ese mandato que hablaba de nuestra propia supervivencia.

Para nosotros, los más de 3.000 periodistas acreditados en la COP21, los observadores fueron un elemento decisivo porque, sorteando el ruido y la confusión, pusieron el acento en lo fundamental; porque nos conectaron con la verdadera trascendencia social del cambio climático; porque nos ayudaron a interpretar las claves de una negociación farragosa; porque desbrozaron los documentos hasta convertirlos en textos comprensibles; porque consiguieron que las evidencias científicas se vincularan formalmente al acuerdo final; porque nos señalaron cuáles eran las líneas rojas que no debían cruzarse y las obligaciones a las que no debíamos renunciar.

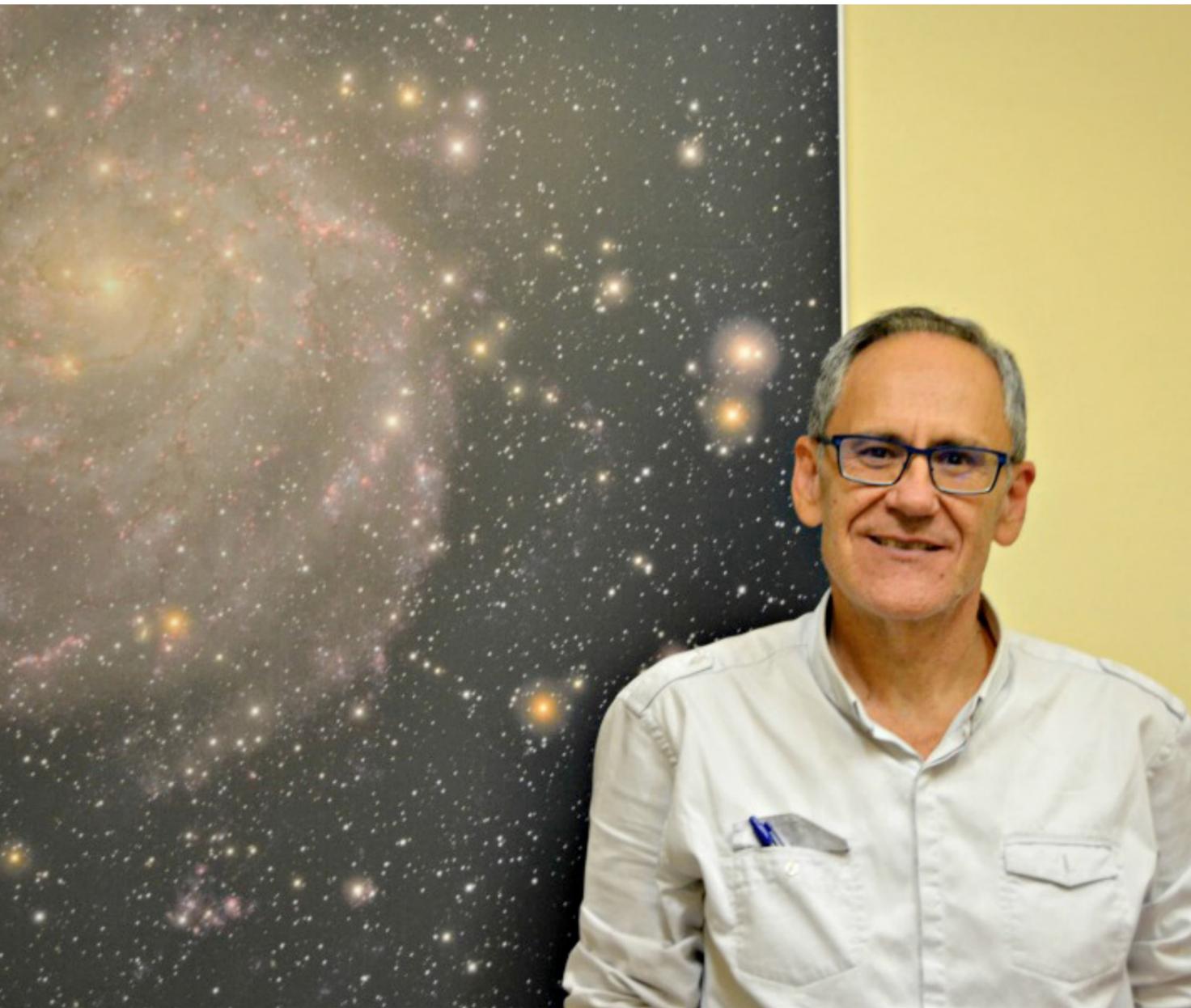
Concluida la cumbre el contenido del acuerdo debe trasladarse a la ciudadanía, y en este esfuerzo, decisivo para que la clase política no olvide sus compromisos ni los retrase, resultan fundamentales los medios de comunicación. Los periodistas especializados y, en general, los divulgadores, nos enfrentamos a la difícil tarea de revelar, de forma rigurosa pero amena, la trascendencia del documento suscrito en París. Y a esta tarea, de ámbito planetario, se suman, desde Andalucía, 'iDescubre' y 'Canal Sur Televisión'. |



No te pierdas el vídeo en:

<https://youtu.be/YgZyCWUmg5k>





José Manuel Vilchez / Fuente: granadadigital.

BUSCANDO LOS ORÍGENES DEL UNIVERSO

“Andalucía, a nivel científico y tecnológico, es una potencia”. Lo afirma José Manuel Vilchez, director del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC). Lo corroboran los 40 años de historia que acaba de cumplir esta institución. Cuatro décadas de investigación y logros que han consolidado al IAA como punto de referencia a nivel internacional. Periodo en el que este investigador granadino ha desarrollado una consolidada trayectoria profesional que va desde la participación en los primeros pasos de la astronomía española o la fascinación por conocer los secretos más recónditos del firmamento pasando por los duros momentos de la crisis.

Luz Rodríguez | Fundación Descubre

Entrar en la sede del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA) ubicado en la Glorieta de la Astronomía, en la capital granadina, es hacer un viaje iconográfico por los hitos de esta institución. En el patio central destaca la maqueta del Observatorio de Sierra Nevada acompañada por una exposición de pósteres de algunas de las misiones espaciales más señeras en las que ha participado este centro perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). En el interior del despacho principal, amplio y luminoso, su director, cercano y ávido de conversación, abre las puertas a *iDescubre* para departir sobre su vida, el trabajo y una atracción ilimitada por desentrañar los misterios del universo.

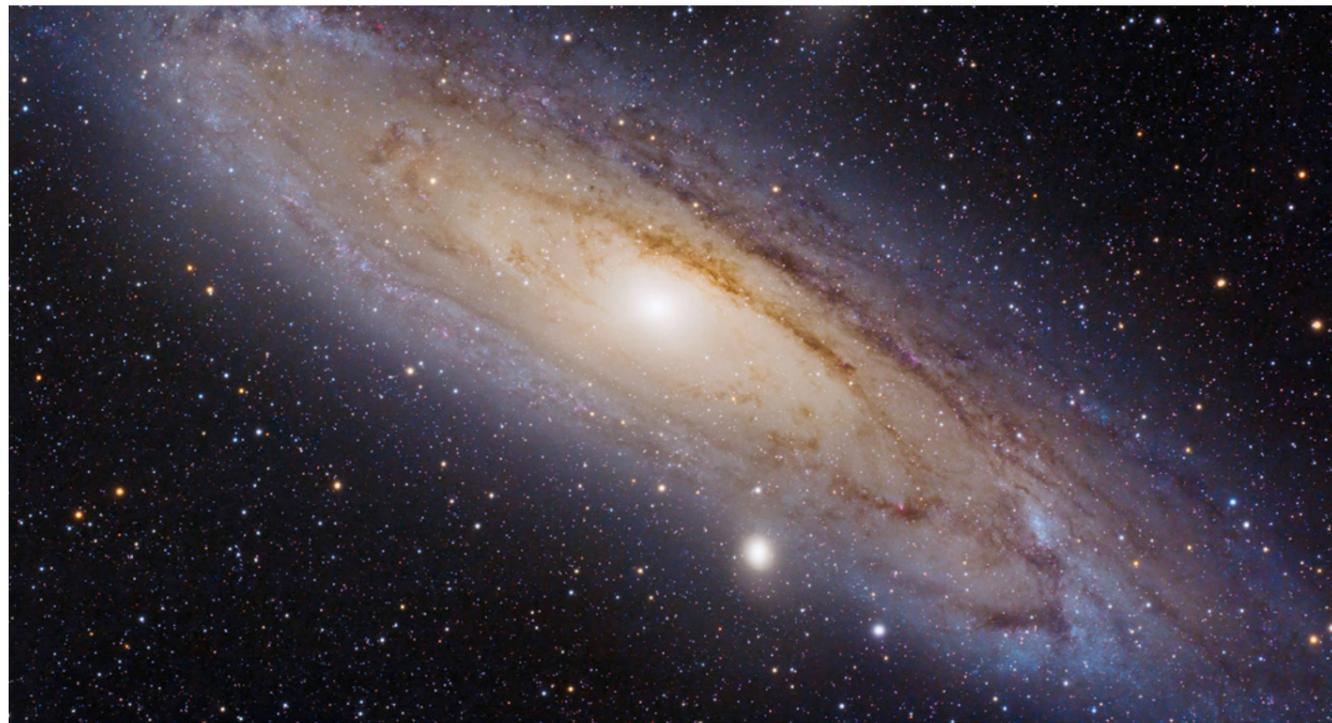
Según el diccionario de la Real Academia Española la palabra *origen*, en una de sus acepciones, significa “de donde algo o alguien proviene”. Esta definición es, precisamente, la brújula sobre la que gravitan la trayectoria personal y profesional del astrofísico José Manuel Vilchez. Nacido en Salobreña, Granada, en 1959, afirma sentirse “muy de aquí”, de Andalucía. Regresa siempre que puede: “Después de recorrer el mundo siempre vuelvo”. Para él, los viajes a la costa suponen un retorno a los orígenes, a su tierra, al recuerdo de una infancia feliz junto al mar y los cañaverales. Perpetúan, también, aquellos paseos por la playa en los días de temporal como hacía su

padre, Pepe. Son momentos de tranquilidad y recreo familiar claves para desconectar de un vertiginoso día a día como responsable de una institución de reconocido prestigio y de intensa actividad investigadora como el IAA, un centro que se encarga, además, de la explotación científica y tecnológica de los observatorios de Sierra Nevada (Granada) y Calar Alto (Almería).

En primera persona

José Manuel Vilchez estuvo a punto de “abandonar este mundo”. Era el año 1992. Ocurrió en Australia, durante un recorrido en avioneta para llegar desde Sidney al Observatorio Siding Spring, en Nueva Gales del Sur, a 1165 metros sobre el nivel del mar. “El paisaje, desde arriba, era espectacular. Los colores del atardecer, el desierto... pero, de pronto, oímos un golpe seco. Imagina. El aparato empezó a descender. Había impactado un enorme ave en el morro del aeroplano”, relata. Y añade: “La pericia del piloto hizo que pudiésemos planear y aterrizar de emergencia sin mayores daños personales. Aún así, Australia, su naturaleza, me dejó una huella imborrable”.

Seguidor de la actualidad, cada día suele leer varios periódicos digitales. A Vilchez le apasionan la comunicación, conversar, escuchar y opinar de ciencia o política en tertulias con amigos: “Como en las ágoras griegas”. Eso



Galaxia de Andrómeda.

le dice su mujer, Theodora, filóloga y traductora oriunda del país heleno. Son una familia hispano-griega. Tienen dos hijos, de 18 y 20 años, Orestis y Pablo, bilingües. Uno de ellos se ha decantado por la ciencia, estudia Física. “En verano viajamos juntos a Grecia y aprovechamos para visitar amistades, parientes y desconectar en la playa o montando en bicicleta”, recapitula.

El cine es otra de sus pasiones. Nunca olvidará películas como *2001 Odisea en el espacio* (Stanley Kubrick, 1968), *Fanny y Alexander* (Ingmar Bergman, 1982) u otras más recientes como *Una pastelería en Tokio* (Naomi Kawase, 2015). Recomienda leer poesía, por ejemplo, de Gil de Biedma o José Hierro. “Un poema cada día es casi terapéutico”, declara. Entre sus obras de cabecera, *Algo va mal*, de Tony Judt o la novela histórica *Tiempo de Leones* de José Soto Chica.

Nace un vínculo científico

Desde pequeño supo que era de ciencias. “Me entusiasmaba la física. En el Instituto Técnico de Enseñanza Media de Motril, donde estudié, recibí clases de Germán Pérez Alles, un gran profesor que ha sido el ‘padre’ académico de toda una generación”. Don Germán, como le conocían sus alumnos, fue determinante para el nacimiento de su vocación: “Hizo escuela. En esa etapa surgió todo”.

De la costa granadina marchó a la capital. Comienza la universidad, el inicio de un viaje hacia la búsqueda de respuestas. Licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad de Granada, en el año 1982, tras terminar la carrera, optó a una convocatoria que se ponía en marcha por primera vez en España, los Astrofísicos Residentes para el **Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)**, algo pionero en aquella época. “Era muy parecido a los MIR. Nosotros empezamos contratados para realizar la tesis doctoral. Era muy duro al principio porque el programa se había planteado con una mentalidad tremendamente exigente, muy americana”, recuerda. Eran los años ochenta, el comienzo del desarrollo de la Astrofísica Observacional en España.

Su interés por conocer cómo fueron los primeros instantes de la formación del universo le llevó, en 1984, a una de las instituciones científicas más emblemáticas del Reino Unido, el **Royal Greenwich Observatory**, lugar donde continuaría su tesis doctoral. “Yo quería estudiar las galaxias. Cómo se forman y evolucionan”, manifiesta Vílchez. Después del Big Bang, teoría más empleada por los científicos para describir el origen y la evolución del firmamento, todo era básicamente hidrógeno y helio. “Más tarde comienzan a aparecer otros elementos fundamentales en el desarrollo de las denominadas estructuras basadas en la vida; estos son, entre otros, el oxígeno, el carbono o el nitrógeno”, desvela el experto.



José Manuel Vílchez junto a la maqueta del Observatorio de Sierra Nevada ubicada en el IAA.

ANDALUCÍA EN EL ESPACIO

En 2013 José Manuel Vílchez se hizo cargo de la dirección del IAA, en unos momentos realmente difíciles para la ciencia en España. “Era la época más difícil imaginable. El **Observatorio de Calar Alto** pasó por un momento de crisis muy fuerte. Estuvo a punto de cerrar en 2014. Fue una etapa muy dura”, hoy superada, declara el experto. La búsqueda y consolidación de una buena financiación para el Instituto es una de sus prioridades, como lo es la implicación de las administraciones y la población andaluza en la defensa de este patrimonio científico y tecnológico. “Ojalá en nuestra comunidad se den cuentan de lo que supone en Andalucía la Astrofísica. Somos realmente una potencia. Es una pena que como sociedad no seamos aún conscientes de esto”, advierte.

El IAA tiene una gran trayectoria en el desarrollo de instrumentación aeroespacial de alto nivel. “Desde aquí, desde Andalucía, se han diseñado y elaborado instrumentos que han formado y formarán parte de misiones espaciales internacionales. Es tecnología andaluza en el espacio”, afirma. También destacan otros instrumentos para proyectos tan relevantes como ‘**CARMENES**’, destinado a la detección de planetas lejanos similares a la Tierra desde el Observatorio de Calar Alto, y que representa hoy en día el proyecto más avanzado a nivel internacional en este campo; o instrumentos de precisión que se pueden aplicar a otros campos y desarrollos tecnológicos, como la criogenia (técnica de enfriamiento y congelación), utilizando nitrógeno líquido en puntos de temperatura

muy baja, alrededor de -150 grados centígrados.

Igualmente, Vílchez coordina desde el IAA la red ‘ESTALLIDOS’, un proyecto en el que participan cerca de sesenta expertos españoles y extranjeros. En este sentido, cuando en las galaxias se forman nuevas estrellas a veces lo hacen en episodios frenéticos de gran actividad conocidos como estallidos de formación estelar. De esta forma, la citada red estudia el papel que juega este fenómeno en la formación y evolución de las galaxias. “En este proyecto también participan el **Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)**, el **Instituto de Astrofísica de Canarias** y la **Universidad Autónoma de Madrid**, además del IAA, encargado de la coordinación”, explica.

Esta experiencia británica cristalizó, además de con la finalización de su tesis doctoral, con una amistad para toda la vida, la del que fuera su director, Bernard Pagel, astrofísico del Reino Unido. “Me visitó muchas veces en Granada”, exclama el investigador. Pagel falleció en Inglaterra el pasado 2.007 y es recordado, hoy día, como uno de los expertos más importantes y reconocidos a nivel internacional en el estudio de la evolución de los elementos químicos presentes en las estrellas y galaxias.

Tras varios años en las Islas Canarias, en 1999 vuelve a su tierra, Granada, al IAA. De su trayectoria profesional destaca los inicios: “Muy apasionantes. Te sentías parte de un gran proyecto a nivel nacional e internacional. Había ilusión, un empuje muy grande, entusiasmo ante la posibilidad de descubrir nuevos objetos”. En este preciso momento, la emoción es manifiesta cuando Vílchez recapitula algunos episodios del pasado como la repercusión de sus primeros trabajos o la llegada del cometa Halley, en 1986: “Mirarlo desde el **Observatorio del Roque de los Muchachos** (La Palma), en una noche de oscuridad profunda, y verlo allí, en el cielo, era todo un espectáculo”. Su próxima visita está prevista para 2.062.

Los orígenes de una galaxia

José Manuel Vílchez está especializado en Astronomía Extragaláctica, una disciplina científica dedicada al estudio de aquellos objetos ubicados más allá de la Vía Láctea, lugar donde se encuentra el Sistema Solar y, por ende, la Tierra. Estos son, por ejemplo, las estrellas o los cuásares, considerados, estos últimos, los astros más luminosos del universo. Entre los primeros resultados de investigación, el experto destaca el estudio de **Messier 33**, galaxia que debe su nombre al observador francés Charles Messier y que forma parte del denominado ‘Grupo Local de galaxias’, que incluye la propia Vía Láctea, la galaxia de Andrómeda y otras de menores dimensiones. “Los primeros hallazgos, gracias a los telescopios de La Palma, mostraron cómo era su contenido real de elementos químicos procesados”, rememora.

MUESTREO DE GALAXIAS

ALHAMBRA SURVEY (2013)

El mejor catálogo desarrollado hasta la fecha para el estudio de la evolución del cosmos. Ha identificado, clasificado y calculado la distancia de más de medio millón de galaxias repartidas en ocho regiones del cielo.

CALIFA (2014)

Permite conocer la física de las galaxias con un nivel de detalle, aseguran los expertos, hasta ahora inconcebible. Además, aporta datos sobre la evolución de cada galaxia en el tiempo: indica cuándo y cuánto gas se convirtió en estrellas en cada etapa y cómo evolucionó cada región de la galaxia a lo largo de doce mil millones de años.



Galaxia de la Vía Láctea / Fuente: ESA.



Despegue de la misión Rosetta.

Uno de los hallazgos científicos más recientes alcanzados por su grupo, en 2015, tiene como protagonista a la **galaxia IZw18**, quizá la más pobre en oxígeno y otros elementos propios del 'Universo Local', es decir, el universo conocido. "Junto a la doctora Carolina Kehrig, procedente de la **Universidad de Michigan** (Estados Unidos), y el resto del equipo hemos encontrado una serie de estrellas para las que no existe aún ningún modelo que permita explicarlas y que son enormemente energéticas", expone. De hecho, son equivalentes a las primeras estrellas observadas, conocidas como 'Población III', unos objetos astronómicos de enorme masa (centenares de veces la del Sol), muy calientes, energéticos y compuestas tan solo por hidrógeno y helio.

El investigador vuelve a recalcar la importancia de este hallazgo, ya que IZw18 es la galaxia del universo conocido que tiene menor cantidad de elementos. "El número de átomos de oxígeno es de

aproximadamente 14 por cada millón de átomos de hidrógeno. Un bajísimo porcentaje que nos indica que ha evolucionado muy poco", aclara. De este modo, arguye el astrofísico, se trata de una aportación clave a la hora de intentar explicar el momento primordial, es decir, el origen de la evolución de las galaxias: "Este conocimiento es uno de los objetivos principales para la Astrofísica, porque quizá entonces empecemos a entender realmente cómo se construyó el universo".

Las investigaciones desarrolladas por el IAA responden a la disposición que sienten las personas por el conocimiento, por explorar y acceder a territorios lejanos y desconocidos: "La Astrofísica está ligada a los orígenes. El ser humano sabe que no está solo, percibe que, en algún momento, de algún lugar tuvimos que surgir. Ésta es una de las grandes preguntas". La respuesta, según José Manuel Vílchez, se encuentra en algún rincón del universo. |

José Manuel Vílchez:
"Explicar el origen de las galaxias es uno de los objetivos principales para la Astrofísica, porque quizá entonces empecemos a entender realmente cómo se construyó el universo".

MISIONES ESPACIALES CON PARTICIPACIÓN DEL IAA

ROSETTA (2004)

Promovida por la Agencia Espacial Europea (ESA, por sus siglas en inglés), hace más de una década despegó la misión Rosetta. Después de treinta y un meses de hibernación, despertó para situarse en la órbita del cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko, estudiar su superficie y acompañarlo a lo largo de su trayectoria en torno al Sol.

Participación tecnológica: dos instrumentos de los once a bordo de la misión. La cámara OSIRIS y el instrumento para el análisis de polvo GIADA.

Resultados científicos: esta misión ha producido los mejores datos conocidos sobre el núcleo de un cometa. Se ha podido determinar, de forma directa y por primera vez, su densidad, además de caracterizar las diferentes regiones de su superficie o estudiar cómo se desencadena la actividad que genera la envoltura (o coma) y las colas de los planetas.

CASSINI-HUYGENS (1997)

Cassini llegó a Saturno a mediados de 2004. Su objetivo, el mayor satélite de este planeta, Titán.

Participación tecnológica: formó parte del equipo internacional que desarrolló el instrumento HASI (*Huygens Atmospheric Structure Instrument*), encargado del estudio de la composición, estructura y propiedades eléctricas de la atmósfera de Titán.

Resultados científicos: gracias a este instrumento se pudo comprobar que la atmósfera de Titán es muy similar a la que tenía la Tierra hace 3500 millones de años, antes de la aparición de la vida.

SUNRISE (2009/2013)

Telescopio solar de un metro de diámetro que, durante un viaje de cinco días en globo circunvolando el Ártico, estudió la superficie del Sol.

Participación tecnológica: instrumento IMAX, una herramienta construida íntegramente en España.

SOLAR ORBITER (2018)

Misión para el estudio del Sol desarrollada con la Agencia Espacial Europea.

PLATO (2024)

Buscará planetas similares a la Tierra. La misión, compuesta por treinta cuatro telescopios, se lanzará en 2024 y observará más de un millón de estrellas PLATO (*Tránsitos planetarios y oscilaciones estelares*) cuenta con una importante participación española.



El 'bullying' en las escuelas / Fuente: Clarín.

'BULLYING': EL ACOSO ENTRE ESCOLARES

En los últimos años, la difusión de noticias sobre escolares que han decidido acabar con su vida tras haber sido víctimas de la violencia injustificada de sus compañeros ha contribuido a generar una creciente alarma social en torno al fenómeno de 'bullying', conocido también como acoso escolar. Aunque ésta no se corresponde con el número de niños y niñas implicados en esta dinámica violenta ni con la actualidad del fenómeno, sí que está favoreciendo la concienciación de la población sobre la necesidad de intervenir ante un problema que está presente en la práctica totalidad de los centros educativos. Pero... ¿Qué es realmente el 'bullying'? ¿Cuáles son las dimensiones de este problema y qué podemos hacer para combatirlo?

Olga Gómez | Departamento de Psicología de la Universidad de Córdoba

El *bullying* parte del abuso de poder de unos escolares que actúan para molestar o provocar un daño injustificado e intencionado a otro escolar. No es, por tanto, una pelea, una agresión esporádica o un problema de indisciplina, sino un fenómeno inmoral en el que el agresor intenta imponerse y dominar a la víctima, profiriéndole insultos o amenazas, a través de la violencia física o mediante la exclusión social del grupo, que suele ser testigo de la injusta agresión y la apoya activamente o con su silencio. Es importante destacar que el acoso escolar no es un problema de dos. Se trata de una compleja dinámica grupal que debe ser atajada incidiendo en su naturaleza colectiva: sensibilizando a los espectadores sobre la necesidad de no apoyar

un proceso de victimización que puede tener efectos imprevisibles, entre los que destacan la depresión, la ansiedad, los problemas del sueño y de alimentación, así como las dificultades de autoestima, académicas y de relación con los iguales. El resto de implicados en la dinámica no está exento de problemas. El agresor, se habituara a ejercer tirana y despóticamente su poder y tenderá a someter a todos los de su alrededor, siendo probable que pueda desarrollar conductas de maltrato en el futuro o comportamientos antisociales y delictivos. Por otro lado, los espectadores se desarrollarán en un medio escolar impregnado de violencia y falta de respeto, que constituirá una fuente de aprendizaje y habituación a este tipo de situaciones de dominio-sumisión.

RECOMENDACIONES DE ACTUACIÓN EN CASO DE ACOSO ESCOLAR

A la hora de denunciar el acoso escolar los expertos apuntan una serie de recomendaciones donde se encuentran, entre otras, los pasos a seguir o las personas donde las familias, profesores, afectados o compañeros pueden dirigirse para denunciar este tipo de situaciones.

Las recomendaciones están recogidas en los siguientes enlaces:

- [Escuela Andaluza de Salud Pública](#)
- [Consejería de Educación de la Junta de Andalucía](#)

la injusta agresión y ponerla en conocimiento del profesorado; trabajando la empatía, toma de conciencia y responsabilidad de los agresores; y favoreciendo el desarrollo de recursos interpersonales (habilidades sociales o asertividad, por ejemplo) en la víctima para poder reaccionar de forma efectiva. Si ésta dispone de un buen repertorio de habilidades y cuenta con el suficiente apoyo (de los iguales, del profesorado y de la familia) y confianza, intentará afrontar su situación o comunicarla y probablemente logrará su propósito, quedándose esta experiencia en un hecho aislado que no tendrá mayores consecuencias.

No obstante, si por diversos motivos, la agresión logra perpetuarse en el tiempo, el escolar agredido se irá sintiendo cada vez más indefenso y vulnerable, más sometido a la voluntad del agresor y menos capaz de reaccionar ante la injusta agresión, generando todo

La presencia del acoso escolar está sujeta a la forma de medir y cuantificar la situación de victimización. Alrededor de un 30 por ciento de los escolares han vivido alguna experiencia esporádica de este tipo. Sin embargo, las cifras de escolares que terminan sufriendo este proceso de forma severa y cruel, se reducen considerablemente oscilando entre el uno y el dos por ciento, aunque no por ello hemos de desviar nuestra atención de estos menores que viven un calvario en su etapa de escolarización. La intervención eficaz en ambas situaciones pasa por

actuar paliativamente, para detener las agresiones que estén aconteciendo en el momento de la intervención; pero también preventivamente, para evitar que este tipo de situaciones ocurran en el futuro.

Importancia de la prevención

De este modo, la intervención preventiva se desarrolla sobre todo a nivel institucional poniendo en práctica estrategias para la gestión democrática y cooperativa de la convivencia, encaminadas a la formación del alumnado en valores y en competencias sociales y emocionales. Éstas mejorarán la capacidad del alumnado para defenderse de posibles agresiones y desarrollar su resiliencia (destinada a amortiguar las consecuencias negativas derivadas de la victimización o de otras situaciones negativas), pero también la de los probables agresores para controlar sus impulsos agresivos y



Olga Gómez en Espejo, municipio de Córdoba.

gestionar su necesidad de ascendencia social de una forma apropiada. Esta formación también beneficiaría a aquellos escolares ajenos al fenómeno, que verían incrementadas sus habilidades interpersonales, lo que les capacitaría para implicarse en la defensa de la víctima, ayudando por tanto en la detención de la agresión. Cuando la actuación preventiva no es suficiente, hay que aplicar iniciativas específicas destinadas a desarticular el perverso entramado de relaciones que se ha configurado entre la víctima, el agresor y los espectadores que refuerzan el fenómeno.

En este sentido, la formación y actuación del profesorado es esencial, pero no sólo ha de quedarse en el conocimiento del protocolo de convivencia diseñado para estos casos y las iniciativas que resultan eficaces, sino que hay fomentar su motivación, implicación y nivel de alerta hacia estas situaciones, que pueden ser juzgadas como un hecho sin importancia o "una cosa de niños" y estar escondiendo un auténtico horror. La implicación del profesorado resulta ser clave en la prevención del acoso escolar, habiéndose demostrado una elevada eficacia de las guardias activas durante el recreo o durante los

intercambios de clase. La complicidad docente a nivel emocional, tiene además efectos indirectos positivos, mejorando el nivel de rendimiento académico del alumnado y su inteligencia emocional.

El rol de la familia

Por otro lado, el papel de la familia también es muy importante: como fuente de apoyo y detección de posibles problemas y como contexto de desarrollo que promueve la socialización de los menores. Una socialización que puede fomentar el desarrollo de menores agresores o respetuosos, de escolares seguros de sí mismos o vulnerables, y de espectadores comprometidos o inmorales. A este respecto, nuestras investigaciones desde el [Laboratorio de Estudios sobre Convivencia y Prevención de la Violencia \(LAECОВI\)](#) de la [Universidad de Córdoba](#) nos han permitido comprobar que un clima de afecto y aceptación que fomente la comunicación positiva y bidireccional entre padres e hijos, así como el establecimiento de límites necesarios (entro otros, las normas de convivencia o la hora de llegada a casa), el uso de la disciplina inductiva (refuerzo

La familia es una fuente de apoyo para la detección de posibles problemas de 'bullying' y es clave a la hora de promover la socialización de los menores.

verbal de la conducta positiva y explicación del mal comportamiento) y correctiva (retirada de privilegios, por ejemplo), acompañada de un buen humor parental, y de una adecuada promoción de la autonomía del menor, configuran el estilo educativo más beneficioso para prevenir conductas violentas y actitudes favorecedoras de la victimización.

En conclusión, el *bullying* es un complejo fenómeno violento cuya prevención pasa por la actuación conjunta y coordinada de toda la comunidad educativa. Solo de esta manera podremos conseguir unas aulas libres de violencia donde la mayor preocupación sea el aprendizaje de nuestros pequeños y no su sufrimiento a manos de otros iguales. |

¿QUE HACER ANTE UN EPISODIO DE 'BULLYING'?

Si las familias sospechan que su hijo o hija puede estar siendo víctima de sus compañeros, deben intentar ofrecerle todo su apoyo y crear un clima positivo de confianza que refleje el interés de los padres en el problema, para que el menor pueda contarles la situación. Ello ayudará a conocer la realidad de la misma y a que el menor se desahogue y comparta con sus seres queridos el pesar que le acompaña. En cualquier caso, siempre hay que huir de culpabilizaciones y o preocupaciones excesivas que puedan generar un mayor malestar. Una vez definida la situación, es muy importante comunicar al colegio el problema e informar al hijo/a de lo que se va a hacer al respecto, siendo sensibles con la circunstancia del menor y buscando poco a poco la normalización de la situación familiar.

A veces los padres también encontrarse en la situación opuesta, siendo su hijo o hija el posible maltratador. En este caso, las familias han de intentar afrontar el problema activamente y no evadirlo, transmitiendo al menor la gravedad de la situación, pero sin culpabilizarlo. Es de vital importancia insistir en la necesidad de pedir disculpas y reflexionar sobre cómo su comportamiento ha podido afectar al compañero/a maltratado para favorecer su empatía y responsabilidad. Acto seguido

hay que acudir al centro con el menor para intentar solucionar el problema. Cuando se han tomado las respectivas decisiones con el centro, sería interesante hablar con el hijo o hija para saber en qué ocupa el tiempo libre con sus amigos y decidir de forma conjunta la adecuación de sus amistades. Es recomendable incrementar la atención sobre su comportamiento y reforzar los cambios positivos que se den, por pequeños que sean.

Cuando es el profesorado el que sospecha de la existencia de una posible situación de acoso, lo primero que hay que hacer es confirmar dicha situación hablando con la posible víctima y ofreciéndole su confianza y apoyo. A veces, puede ser recomendable hablar con los compañeros allegados a la víctima para identificar correctamente a los agresores. El caso habrá de ponerse en conocimiento del equipo directivo y de orientación, que aplicará el protocolo diseñado por la comunidad y las medidas contempladas en el plan de convivencia para tales circunstancias, reuniendo a todos los implicados y sus familias para transmitirles la situación y las actuaciones que se llevarán a cabo (por ejemplo sanciones para los agresores o intervención a nivel grupal para favorecer la inclusión de la víctima).

LAS FRONTERAS MATEMÁTICAS DE GAMBIA



Orillas del río Gambia / Fuente: Vicenteboas.

Hace poco unas amigas me invitaron a unirme a ellas en un viaje que tenían previsto hacer a Gambia. ¿Ilusionante, no? Y como todo viaje empieza por un mapa, el de Gambia, por insólito, no lo había visitado nunca con detenimiento, me zambullí en su contemplación durante un buen rato. Un pequeño país, de hecho el menor de África tierra adentro, con sólo 10.500 kilómetros cuadrados de superficie y una población de unos 1,7 millones de personas. Se adentra como un dedo en el gran Senegal, siguiendo el curso del río Gambia, de manera que está rodeado en todos lados por éste, salvo la pequeña porción que bordea el océano Atlántico.

Álvaro Martínez Sevilla | Universidad de Granada

Inmediatamente la forma del país llamó mi atención. ¿Y esas fronteras curvas que aparecen delimitándolo? Salvo la parte recta, cuya frontera parece estar hecha con regla, de la parte baja del río, la que desemboca en el mar, las fronteras de las tierras que rodean a la parte media y alta del río parecen globosas, casi hechas con compás. ¡Qué caso más extraño!

Un matemático no deja pasar una oportunidad así, de manera que intenté curiosar el motivo de esta extraña frontera curva. Y acudí a la [Wikipedia](#), que me completó algo la información, pero sin aclararme nada acerca

de la forma de sus fronteras: el río Gambia discurre por el centro del país, y debió ser una vía crucial de comunicación en la época del más cruel colonialismo, el que traficaba con esclavos, de forma que primero fue posesión portuguesa hasta que fue cedida por los lusos a Gran Bretaña, quien la mantuvo como colonia hasta que logró su independencia muy recientemente, en febrero de 1965. Y eso es todo, bueno... y que su bandera coincide con la de la población manchega de Osa de la Vega, aunque, honestamente, no creo que sus habitantes ni los colores de su bandera hayan tenido algo que ver con la delimitación de las fronteras del país.



Las fronteras 'rectas' de la descolonización en África.

Así que de aquí poco pude concluir acerca de sus fronteras, salvo que proceden, como la de tantos países de África, de un proceso de descolonización. Pero, si fuese por causa colonial, ¿habría más países en el mundo, particularmente en África, con fronteras curvas, no?

Pues no, un examen minucioso al mapa de África y a las fronteras de todos los países del mundo me llevó a la conclusión de que este es un caso único. Los países descolonizados de las potencias coloniales de los siglos XVIII y XIX suelen tener, en ausencia de accidentes geográficos claros de delimitación, como ríos, lagos o montañas, las fronteras trazadas con tirilíneas. El método más fácil de hacer una frontera: fijar un punto por donde pasa y trazar una recta, que es fácil de dibujar, de delimitar sobre el terreno y para dirimir disputas en caso necesario. Pero ni uno sólo con la frontera trazada a compás.

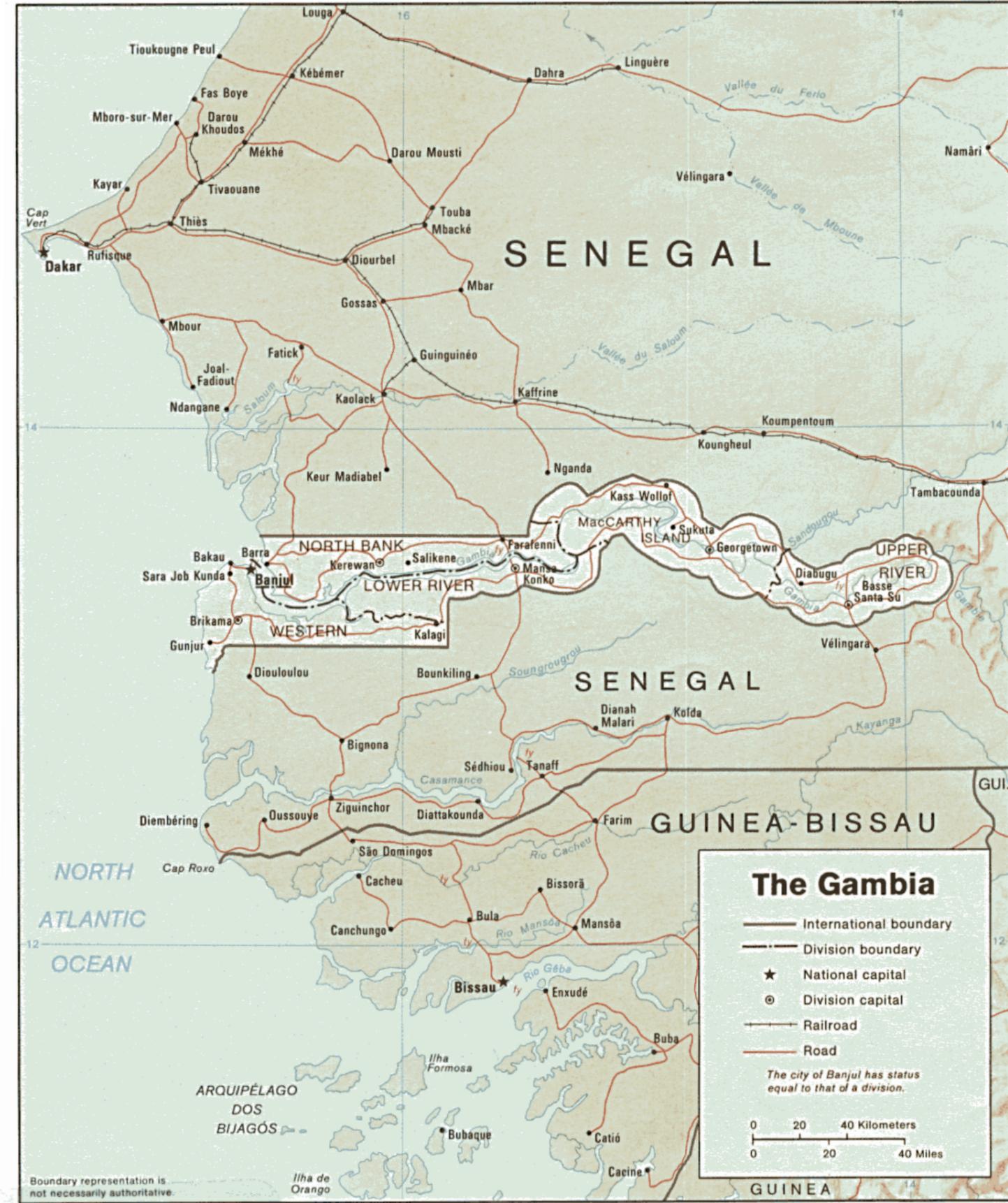
Una frontera única

Aunque en vista de zoom muy grande, pudiera parecer que algunos países tienen zonas curvas en sus fronteras, es sólo un efecto de la simplificación de escala. Cuando nos vamos a un mapa detallado, o hacemos zoom en *Google Maps*, por ejemplo, vemos como esas fronteras se desvanecen en miríadas de entrantes y salientes, en recovecos caóticos y sin orden, en líneas que en nada recuerdan a la suavidad y curvatura constante de una circunferencia, o un arco

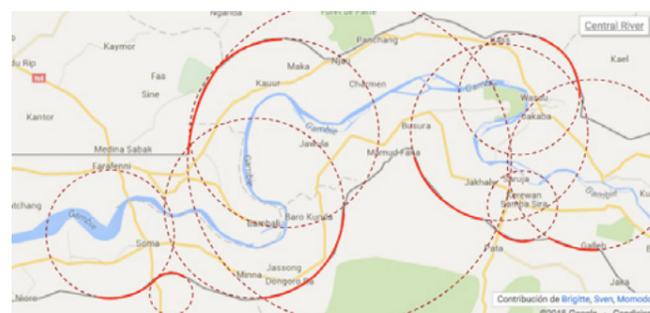
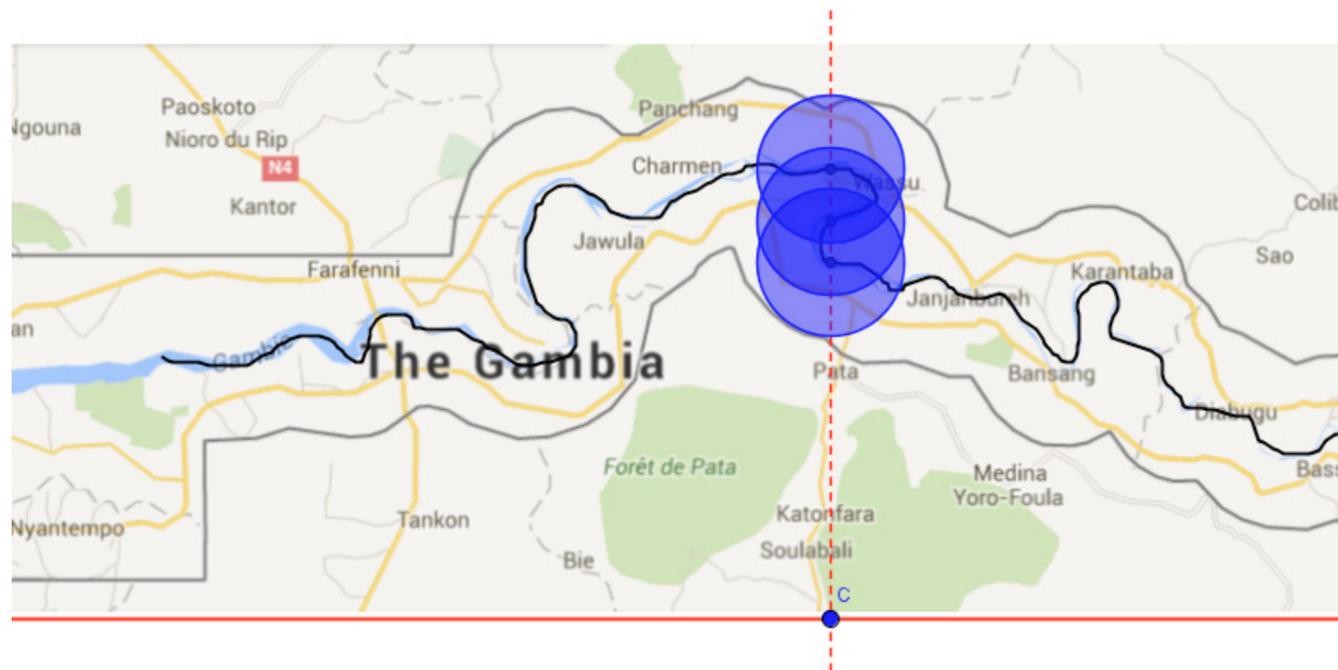
de ella. Sin embargo, haciendo zoom sin miramientos sobre nuestro pequeño país vemos con claridad esas suaves y regulares curvas que da el compás, el sueño geográfico de un matemático.

¿Habría, pues, un geógrafo con obsesión geométrica tras esta frontera? Un caso único en el planeta que acrecienta el misterio. La solución matemática a este enigma pasa por la noción de lugar geométrico. Éste puede definirse, simplificando, como el conjunto de puntos de un plano (o de un espacio de dimensión superior) que cumplen una determinada propiedad.

Los lugares geométricos nos permiten transportar un concepto abstracto, dado por una ecuación algebraica o una función de una manera muy visual, ya que dibujado permite ver el conjunto de puntos que cumplen aquella ecuación, lo que ofrece comúnmente un aspecto gráfico muy reconocible: si nos restringimos a un plano, ya los puntos dejan de ser pares de coordenadas (x, y) ligados por operadores aritméticos y constantes elusivas, para convertirse en el dibujo de un objeto bien reconocible: una recta, una circunferencia, una elipse o más singularmente una curva de nombre inaudito. Dicho más llanamente, un lugar geométrico nos permite pasar del concepto algebraico, por tanto simbólico, difícilmente visible o intuible para un lego, aunque fácilmente calculable, al concepto geométrico, fácilmente reconocible o visible, aunque con más complejidad de cálculo.



El mapa de Gambia rodeado por Senegal.



Las fronteras de Gambia como lugar geométrico.



Así por ejemplo, podemos definir el lugar geométrico de los puntos del plano dado por la propiedad: "Cada punto del mismo dista exactamente una misma distancia d de un punto fijo, llamado C ". Ésta es una definición muy fácil, y casi todos podremos reconocer, por las matemáticas escolares, que el conjunto de puntos del plano que cumplen esa propiedad es una circunferencia con centro en el punto C y radio d . En el despiece, recomendable para aquellos que quieran conocer algo más de este concepto matemático, se citan otros ejemplos de lugares geométricos planos, algunos también muy conocidos, y otros menos, que servirán para afianzar la definición.

Pues bien, ya estamos más cerca de desentrañar nuestro enigma. El río Gambia atraviesa el país en su parte central y alta recorriéndolo por la mitad, con sus meandros, cambios de dirección y ensanchamientos. Y a ambos lados parecemos tener unas franjas de tierra de anchura constante desde el borde del río, como si

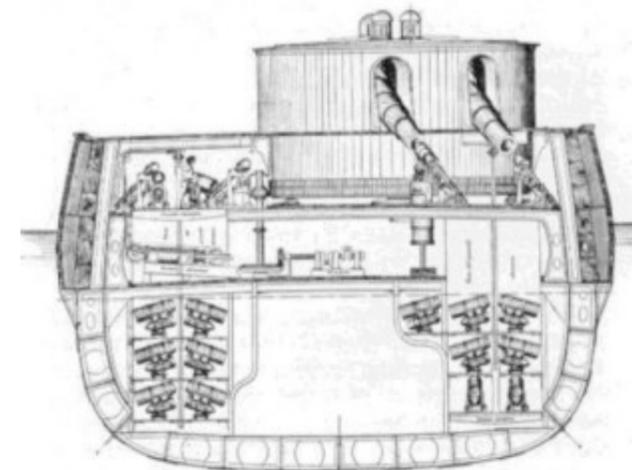
deslizáramos un cepillo sobre el mapa guiado por un rail central superpuesto a este río. El resultado sería el mapa de Gambia. En términos geométricos, lo que hemos hecho para dibujar las fronteras es definir el lugar geométrico de los puntos que distan una distancia fija d de cada uno de los márgenes del río (en nuestro caso d es aproximadamente 10 kilómetros). Y el territorio de Gambia es por tanto todo punto que esta a menos de esta distancia de 10 kilómetros (en sus partes central y superior). Ya tenemos una caracterización geométrica del mapa de Gambia. Si el río Gambia fuese un objeto geométrico de fácil descripción (recta, poligonal o curva entre dos o varios puntos, por ejemplo) sería mucho más fácil de procesar por nuestro software matemático, pero a pesar de ello, podemos intentar, con la ayuda de *GeoGebra*, un software libre ideal para aprender y manipular matemáticas, calcular y representar este lugar geométrico, que vemos que coincide casi por completo con el mapa suministrado de Gambia.

Para ello hemos dibujado una recta horizontal base y un trazo a mano alzada que trata de seguir el río (aunque no lo hace con toda fidelidad, nuestro pulso y la herramienta manual no permiten más precisión). Sobre la recta base trazamos una perpendicular que intersecará al curso del río, a veces en múltiples puntos, y que nos va a servir para ir deslizando el punto por el río, como si se tratase de un barco navegándolo. Ahora definimos un círculo de radio unos 10 kilómetros (en la escala del mapa), con centro en ese punto deslizante del río. Este círculo será múltiple cuando sean varios los puntos de intersección de la recta vertical deslizante con el dibujo a mano alzada del río.

Al deslizar el punto C por la recta base vemos como los bordes de los círculos definen las fronteras de Gambia con bastante precisión. Es decir, la superficie del mapa barrida por los círculos se corresponde con el territorio del país.

Algunas pequeñas diferencias que pueden observarse (por ejemplo, en la imagen titulada 'Las fronteras de Gambia como lugar geométrico') son debidas, por un lado, a las imprecisiones en el dibujo a mano alzada del río, que dan lugar a pequeñas variaciones en la frontera. Un dibujo más afinado daría lugar a fronteras más precisas. Por otro, las variaciones puntuales que sobre esta frontera así delimitada realizó *a posteriori* una comisión geográfica: es conocido que los geógrafos nunca se contentan con una buena definición matemática, y prefieren una singularidad sobre el terreno a la que aplicarle criterios propios. Asimismo, el dibujo no coincidente también nos puede informar de variaciones históricas en el curso del río no datadas o conocidas. En casi 130 años desde que se realizó la frontera los meandros del río han podido variar considerablemente su curso, o las orillas colmatarse de aportes aluviales, disminuyendo así el alcance de los 10 kilómetros. La frontera así dibujada hoy nos informa también de los cambios geográficos con respecto a la frontera de hace más de un siglo.

Enigma, pues, resuelto, desde un punto de vista matemático, pero nos queda rematar faena indagando en los motivos que llevaron a utilizar una propiedad geométrica para definir estas fronteras, un caso único en el mundo. La respuesta, como en tantas otras ocasiones, está escrita por la historia. No se trata del delirio geométrico de un geógrafo delimitador de fronteras, ni siquiera de la abstracción erudita de una comisión de descolonización. Se trata de la historia de la colonia gambiana bajo el poder británico.

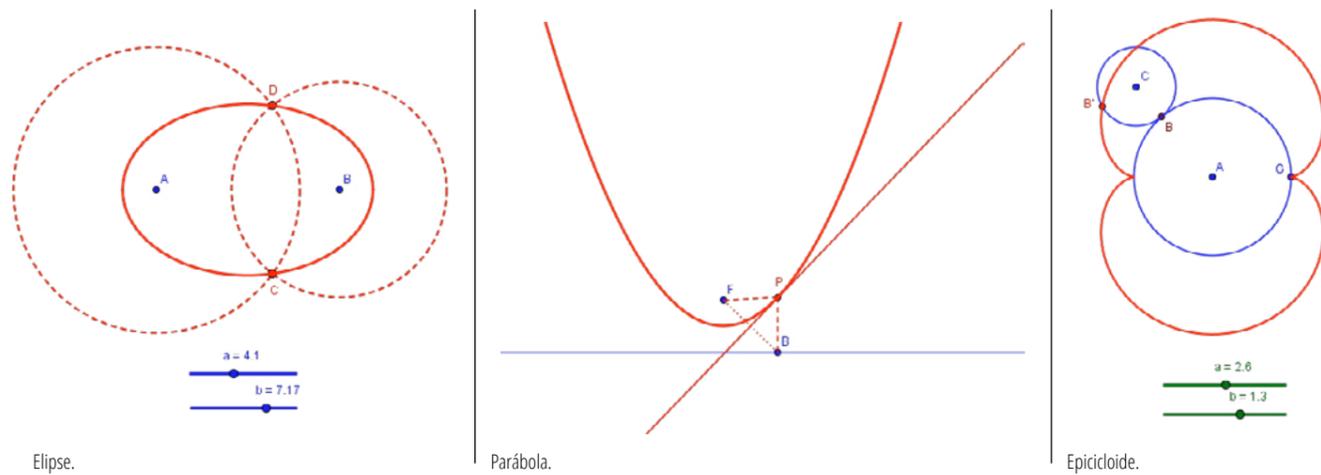


Barco con un ingenioso sistema de troneras para introducir los cañones y permitir su carga frontal sin exponer los marineros a la metralla.

Explicación histórica

Dado que Gambia estaba rodeada por todos lados por Senegal, a su vez colonia francesa, los británicos se afanaron en defenderla de las tropas vecinas. Como el río vertebraba el país de Este a Oeste, y a su vez era el mejor medio de comunicación, los británicos lo protegieron con cañoneras fluviales que patrullaban constantemente el río. El alcance de su defensa, y por tanto del territorio protegido, era el propio alcance de los proyectiles que eran capaces de disparar estas patrulleras: se aproximaban a las orillas del río de cada lado y desde ahí lanzaban sus proyectiles hasta el límite de lo que podían defender. Se dice que a la hora de delimitar la frontera también se utilizó este procedimiento: dar como territorio del país el que quedaba dentro del alcance de un proyectil de cañón en cada uno de los lados del río. Pero esto no es ni más ni menos que una realización práctica, 'a cañonazos', en lugar de 'a punta de compás', de lo que antes hemos definido como lugar geométrico.

Naturalmente el procedimiento se sofisticó algo más. Una comisión geográfico anglo-francesa examinó detalladamente los límites y redactó la propuesta final. Hay incluso quien afirma que la 'frontera a cañonazos' no es más que un mito geográfico. En realidad tenemos dos fuertes argumentos para pensar que no lo es. El primero resulta de nuestra propia búsqueda sobre [historia](#) y [alcance de la artillería fluvial](#). La anchura de la franja de tierra a cada lado del río es de 10 kilómetros, y ello coincide precisamente con el alcance de los cañones fluviales en la época en la que fue realizada la delimitación, en 1889. Aunque el alcance de los cañones hasta la primera mitad del siglo XIX oscila



Elipse.

Parábola.

Epicicloide.

ALGUNOS LUGARES GEOMÉTRICOS NOTABLES

Las cónicas aparecen como lugares geométricos definidos por propiedades de puntos en el plano. Así la elipse puede definirse como el lugar geométrico de los puntos del plano cuya suma de distancias a otros dos puntos fijos llamados focos, es constante. La realización práctica pasa por tomar dos circunferencias cuyos radios son de suma constante, por ejemplo a y b : los puntos en la intersección de ambas, C y D , estarán a distancia fija b de los centros de las mismas, A y B , que serán los focos de la elipse. Variando a se obtiene una elipse dada, y variando b distinto semieje mayor de esta.

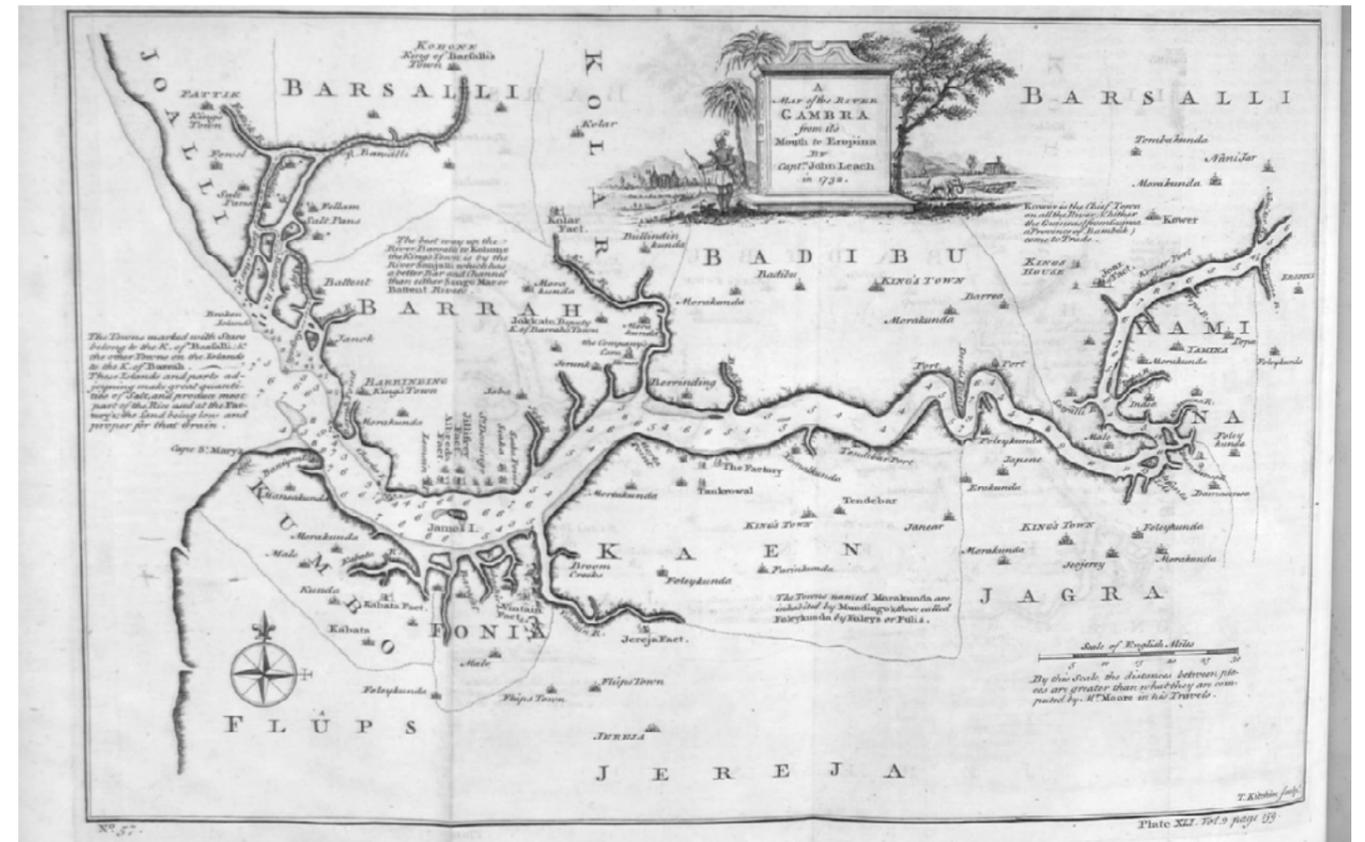
La parábola se define como el lugar geométrico de los puntos del plano cuya distancia a un punto fijo llamado foco es igual a la distancia a una recta fija llamada directriz. La realización práctica se obtiene tomando triángulos isósceles BFP , con uno de los vértices, B , apoyados en la recta directriz y otro sobre el punto fijo F . Al ser isósceles los otros dos lados serán de igual valor, lo que da la condición de que el punto P este a igual distancia del foco fijo F que de la recta directriz.

Otros muchos lugares geométricos aparecen cuando consideramos propiedades relacionadas con el movimiento de un objeto respecto a otro. Así la epicicloide se define como el lugar geométrico dado por un punto sobre una circunferencia de centro C , que

va recorriendo el exterior de otra de centro A , de forma que ambas se mantienen tangentes por un punto cambiante, B . Para conseguir dibujarla hacemos que el punto B' vaya moviéndose según el ángulo con el que se mueve el punto B con respecto a un punto fijo D , según un movimiento de rotación. Pero para conseguir que el efecto de movimiento sea real, debemos incrementar esa rotación con la proporción a/b , siendo a y b los radios de la circunferencia interior y exterior, y que nos dan, a su vez, la relación entre el perímetro de una y otra.

En el ejemplo representado (imagen de la izquierda) el radio de la circunferencia exterior (pequeña) es la mitad del de la circunferencia interior (grande), con lo que al rodar una sobre otra la pequeña da dos vueltas mientras recorre una vuelta de la grande al ser su perímetro la mitad. El lugar geométrico recorrido por un punto fijo moviéndose es el señalado en color rojo y da lugar a un caso particular de epicicloide que se denomina nefroide, por su parecido con un riñón.

Los lugares geométricos nos permiten resolver una multitud de problemas en campos tan diversos como la física, la arquitectura, la cartografía, la ingeniería, en particular la ingeniería mecánica y de control o hasta la química. Sin duda una herramienta matemática versátil.



Mapa de Gambia de 1732.

entre los 3 y los 5 kilómetros como máximo, dos mejoras tecnológicas como el rayado del ánima y la retrocarga hacen que suba drásticamente este alcance. El primero provoca mayor precisión y velocidad en el proyectil, mientras que el segundo evita tener que cargar los cañones por delante, lo cual limitaba su longitud a la que pudiera accederse desde la cubierta del barco. Al poderse cargar los proyectiles por la parte trasera, aumenta la longitud de los cañones, aunque el extremo de estos sobresalga por la borda del barco, que de esta forma llega a alcanzar los 10 kilómetros de tiro en la década de los 80 del siglo XIX. No fue hasta finales del XIX y principios del XX en que la extensión de los cañones de 305 mm de calibre, con un alcance de hasta 17-18 kilómetros, marcó un hito respecto a la relación de calibre/alcance. No es casualidad, por tanto, que el alcance máximo de los cañones en la época coincidiera con la extensión de la franja de tierra delimitada en el país a cada lado del río.

En segundo lugar, una frontera recta es fácil de delimitar y de trazar sobre el terreno. Basta tomar un punto y seguir una dirección fija, que usualmente era paralela a los paralelos terrestres, o perpendicular a ellos. En algunos casos, con ángulo de 45 grados. Así están delimitadas las fronteras del Sahara, Libia, Egipto, Sudán o Mali.

Sin embargo, una frontera definida por líneas curvas que depende de un accidente geográfico situado a 10 kilómetros, a veces tras impenetrable bosque, es difícil de delimitar y trazar sobre el terreno, dado que hay que recurrir en cada punto a la referencia fluvial. Únicamente la delimitación práctica mediante el método de los cañonazos, y su pervivencia como uso durante el tiempo permite adoptar este tipo de frontera como un criterio plausible de borde entre países.

Así que ya tenemos también el origen de nuestro peculiar lugar geométrico. El alcance y desplazamiento de las piezas de artillería, montadas sobre patrulleras fluviales fueron los causantes de esta insólita frontera curva. Un lugar geométrico hecho a cañonazos, aunque luego en la comisión geográfica mixta anglo-francesa enmendaran algunas partes según criterios de contexto o de sentido común. Hoy en día se considera inconcebible que una delimitación tan difícil de manejar se diera entre los dos países [1].

Referencias del artículo:

1. Geography and political power: The Geography of nations and states. Peter M. Slowe. Routledge Library Editions.
2. Geometría Analítica. Charles H. Lehmann. Editorial Limusa. 2012.

LAS LENTEJAS, 'MEJOR SI NO LAS DEJAS'

La Asamblea General de las Naciones Unidas ha proclamado 2016 Año Internacional de las Legumbres. El objetivo: sensibilizar a la opinión pública sobre las ventajas de sembrar y consumir este tipo de alimento rico en proteínas de origen vegetal, hierro, almidón y fibra. Se trata de un producto que no solo contribuye a combatir la obesidad y controlar enfermedades como la diabetes o el cáncer, también es reconocido por el efecto positivo que su cultivo genera en la economía doméstica, la agricultura y el medio ambiente.

Luz Rodríguez | Fundación Descubre

El cultivo de las legumbres se remonta a los orígenes de la agricultura, en el Neolítico, periodo que comprende, aproximadamente, entre el 6000 a. C. y el 3000 a. C. En algunas civilizaciones antiguas, como la egipcia o precolombina americana, eran productos muy apreciados e incluso utilizados en las transacciones comerciales como moneda de cambio. En Europa comenzaron a cultivarse tras el desembarco en América en 1492, incorporándose, de forma definitiva, a la dieta mediterránea. ¿Los secretos de su éxito? Este tipo de alimentos, apuntan los expertos, no son solo beneficiosos para la salud, también para la economía doméstica, la agricultura y el medio ambiente. Lentejas, judías, garbanzos, guisantes, altramuces, alubias, habas... Todas ellas son legumbres y éste es su año.

Pero... ¿Qué son realmente las legumbres? La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), señala que

se trata de un tipo de alimento perteneciente al grupo de las plantas leguminosas (*Fabaceae*). A diferencia de las hortalizas, que se recogen directamente de la huerta, éstas producen frutos tipo vaina (revestimiento esponjoso que recibe este nombre por su similitud a la funda donde se guarda, por ejemplo, una espada) con semillas en su interior que, una vez están secas, dan lugar a las denominadas legumbres. Las más comunes y consumidas son, precisamente, las 'secas', entre las que destacan los garbanzos, las lentejas, las alubias (porotos, judías y frijoles secas), el altramuz, el alverjón (guisantes y chícharos) o las habas.

Aporte nutritivo

'Las lentejas, mejor si no las dejás'. Y es que, reformulando el refranero, las legumbres presentan determinadas características que hacen de ellas un producto "indispensable" en la mesa cualquier hogar.



Mercado de legumbres / Fuente: Rafael Castañeda.

"Es necesario incluirlas en la dieta, ya que contienen propiedades biológicas que favorecen que la nutrición sea adecuada", avanza el catedrático de la Universidad de Córdoba, Francisco Pérez Jiménez. En general, son productos ricos en proteínas, almidón, fibra, calcio, hierro y vitaminas del grupo B. "Son primordiales a la hora de prevenir enfermedades relacionadas con el síndrome metabólico, por ejemplo diabetes, obesidad o hipertensión", añade el director de la Unidad de Gestión Clínica de Medicina Interna del Hospital Universitario Reina Sofía de Córdoba, José López Miranda.

En concreto, los especialistas destacan su alto contenido proteico. Un dato: 100 gramos de legumbres tienen la misma cantidad de proteínas que un filete de ternera. En este sentido, para los expertos del departamento de Nutrición y Bromatología de la Universidad de Granada, especial protagonismo adquiere la soja, ya que entre un 38 y 40 por ciento de su contenido son proteínas. "Las



Francisco Pérez / Fuente: Rafael Castañeda.



Marina Villalón.

personas vegetarianas, por ejemplo, encuentran en este producto un aporte proteico y vitamínico fundamental. Contiene, además, propiedades antioxidantes que contribuyen a frenar el proceso de envejecimiento”, declara la investigadora de la universidad granadina, Marina Villalón.

Es el turno de sensibilizar a los más jóvenes. Las legumbres aportan, además de proteínas, hidratos de carbono ‘complejos’, denominados así porque son absorbidos lentamente por el organismo. Entre ellos destaca el almidón, empleado como fuente de energía y muy presente, por ejemplo, en las alubias. “Los adolescentes no suelen consumirlas y desgraciadamente este aporte energético lo toman a partir de alimentos poco saludables como la bollería, los *snacks* o la comida rápida, ricos en grasas saturadas y azúcares simples para nada recomendables”, sostiene Villalón.

La importancia de la fibra

Para el experto de la Universidad de Córdoba, Francisco Pérez Jiménez, la fibra es muy deficitaria en la sociedad actual, es decir, cada vez se consume menos. “Uno de los

hechos diferenciales entre las dietas de las sociedades modernas respecto a las antiguas es la escasez de este producto. En los cereales refinados, entre otros casos, se pierde y en las carnes no existe”, comenta. De hecho, la principal fuente de fibra que existe hoy día, apuntan los especialistas, son las frutas, verduras y legumbres. Éstas últimas especialmente.

Marina Villalón: “Los adolescentes no suelen consumir legumbres y desgraciadamente este aporte energético lo toman a partir de alimentos poco saludables como la bollería, los snacks o la comida rápida, ricos en grasas saturadas y azúcares simples para nada recomendables”.

A la hora de precisar la importancia de consumir alimentos ricos en fibra, como guisantes o frijoles, el experto de la Universidad de Córdoba revela que se trata de productos que permiten regular el metabolismo del azúcar y proteger de posibles infartos al disminuir la presencia de colesterol malo (LDL) en sangre. “Cuando tomamos una alimentación ‘tradicional’ rica en fibra, las bacterias ‘buenas’, llamadas sacarolíticas, metabolizan la fibra contenida en los hidratos de carbono complejos que el organismo no es capaz de digerir por sí mismo”, explica el catedrático Pérez Jiménez.

De esta forma, continúa el especialista, la fibra denominada ‘soluble’ actúa a modo de barrera física para la asimilación de determinados compuestos. “Forma una especie de gel que se une en el tracto digestivo con los ácidos biliares (necesarios para la absorción de colesterol) y otros compuestos lipídicos, haciendo que se eliminen por las heces y reduciendo así la absorción de colesterol ‘malo’”, manifiesta.

Igualmente, las legumbres también contribuyen a prevenir el desarrollo de algunos cánceres como el de colon, órgano ubicado en último tramo del aparato digestivo. “El tiempo de exposición de las células que forman su pared a sustancias con potencial cancerígeno se reduce gracias a que la fibra facilita el tránsito intestinal”, sostiene Pérez Jiménez.

Entre sus características medioambientales, apunta la FAO, las legumbres tienen la propiedad de fijar el nitrógeno ambiental de una forma biológica. De este



CEREALES Y LEGUMBRES, BUENA COMBINACIÓN

Llega el momento de ‘crear’ el plato, ser imaginativos y armonizar, de la mejor forma posible, las legumbres con el resto de alimentos que integran la dieta diaria. Los expertos coinciden: una manera saludable de consumirlas es junto a verduras y hortalizas. Ahora bien, recuerdan, de su combinación con cereales integrales (plantas pertenecientes a las gramíneas como el trigo, el arroz o el maíz) también se obtienen platos nutritivos y ricos en proteínas.

¿El motivo? Según indican los especialistas, el contenido en proteínas presente en las legumbres es elevado. Sin embargo, éstas son de bajo valor biológico, es decir, carecen de algunos aminoácidos

esenciales para el organismo como la metionina, la cisteína y el triptófano. De esta forma, combinando cereales y legumbres se consigue mejorar la calidad de la proteína: “La metionina es muy abundante en los cereales. A estos les falta lisina, un componente que las legumbres tienen en abundancia” explica el doctor Pérez Jiménez. Para los expertos, el aporte de proteínas procedente exclusivamente de las legumbres puede ser deficitario. “No obstante, añadiendo cereales integrales obtenemos una cantidad perfecta, barata y abundante”, argumenta.

La preparación o método de elaboración del producto también tiene su papel a la hora de disminuir

la presencia de fitatos, unos elementos que dificultan la absorción de calcio. “Hemos comprobado que cuando las legumbres se echan en agua antes de consumirlas, con el ‘remojo’ disminuye su concentración y esto hace que sean más digestivas”, explica el catedrático de la Universidad de Córdoba, Francisco Pérez.

Lentejas con arroz, garbanzos con espinacas o alubias con acelgas, son platos tradicionales de la cocina española. Los llamaban ‘comida de pobres’. En el imaginario colectivo aún subsiste que se trata de productos que engordan, pero han sobrevivido a la mala prensa. Sus bondades ya las defendían las abuelas y ahora, los científicos, las corroboran.

modo, en asociación con algunos tipos de bacterias, como la *Rhizobium*, que reside en el interior de las raíces de las plantas, son capaces de absorber los nutrientes de forma natural (como el nitrógeno o el boro), favoreciendo su propio crecimiento.

En países en vías de desarrollo como India o Indonesia, el cultivo de legumbres está muy extendido entre los agricultores, ya que pueden venderlas, consumirlas y mantener, de este modo, la estabilidad económica.

Asimismo, en algunos casos, también liberan fósforo, elemento que beneficia la transformación de la energía del sol en 'alimento' para las plantas y disminuye la necesidad de emplear fertilizantes sintéticos. Según la FAO, estas propiedades permiten 'amortiguar' el cambio climático, ya que la fabricación y aplicación de este tipo de sustancias empleadas para aumentar la fertilidad del suelo liberan gases de efecto invernadero y perjudican el medio ambiente.

En países en vías de desarrollo como India, China o Indonesia, por ejemplo, el cultivo de legumbres está muy extendido entre los agricultores, dado que pueden venderlas y también consumirlas a nivel familiar, lo que ayuda a los campesinos a mantener la seguridad alimentaria de sus hogares y generar estabilidad económica. |

EL POSTRE TAMBIÉN IMPORTA

El tipo de postre también puede potenciar el valor nutritivo de las legumbres. Un componente ácido, como el procedente del cítrico de las naranjas, favorece la absorción del calcio. Y es más, también la del hierro. "Cualquier fruta rica en vitamina C, fresas, kiwi o zumo de naranja, contribuye a que el hierro inorgánico, componente presente en las legumbres, pase a ser orgánico, que es como se encuentra en la carne y el tipo que más nos aporta", explica la investigadora de la Universidad de Granada, Marina Villalón.



Cultivo de legumbres en la India / Fuente: FAO.



LAS LEGUMBRES EN EL MUNDO

Según la **Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura** la producción mundial de legumbres ha aumentado en más del 20 por ciento en los últimos 10 años pero su consumo ha experimentado un descenso lento y continuado. Esto puede estar relacionado, indican, con el cambio de dietas en muchos países y también con la incapacidad de producir legumbres al mismo ritmo que crece la población.

En los países en desarrollo, las legumbres constituyen el 75 por ciento de la dieta media, en comparación con el 25 por ciento en los países industrializados. En concreto, la producción mundial de legumbres está muy concentrada. Dos países se sitúan a la cabeza: India y Canadá. En el año 2014, el mayor productor de legumbres secas fue precisamente el país del

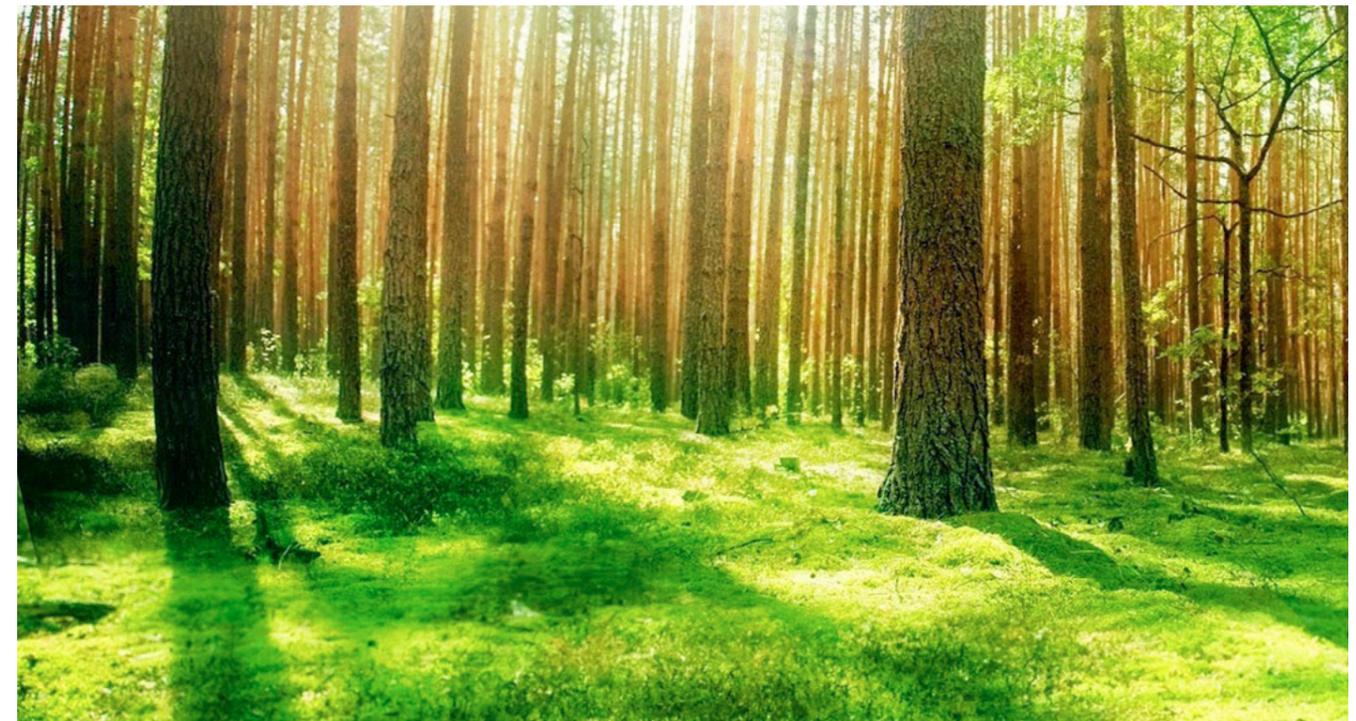
continente asiático con 20 millones de toneladas seguido por los canadienses con 5,8.

La India es el destino principal de una cuarta parte de las importaciones de las legumbres mundiales, seguido de la Unión Europea, China, Pakistán y Egipto. Para la población india, mayoritariamente vegetariana, este tipo de alimentos constituyen una fuente importante de proteínas, y esto la convierte, por ejemplo, en uno de los mayores importadores mundiales de lentejas.

Canadá, por su parte, es el productor número uno a nivel mundial de lentejas y chícharos y actualmente exporta este cultivo a 150 países. En general, es el principal país exportador de leguminosas con 6,2 millones de toneladas, seguido de Australia, Birmania, Estados Unidos y China.

En cuanto a otras leguminosas como la soja, Estados Unidos, Brasil y Argentina son los mayores productores. La utilización principal es la fabricación de piensos para alimentación animal. La producción media mundial de judías secas, que está muy distribuida geográficamente, superó los 22 millones de toneladas. En relación al cultivo del garbanzo, la producción mundial en el periodo 2009-2013 superó los 11 millones de toneladas. La India es el principal productor con cerca del 70 por ciento del total.

En España, Andalucía destaca en el cultivo del garbanzo, especialmente Sevilla, seguida de Castilla y León. En la producción de lentejas es Castilla La Mancha, sobretodo Cuenca, la comunidad que monopoliza el cultivo con casi el 80% de la producción.



El bosque es una fuente de biomasa.

BIOMASA, EL 'SUPERPODER' DE LA NATURALEZA

Un producto de origen natural, como el hueso de aceituna o la cáscara de almendra, que se transforma en energía eléctrica y térmica, parece sacado de un cómic de superhéroes. Sin embargo, 'Bioliza' se encarga de demostrar que esta habilidad no es cosa de magia sino de ciencia. La empresa jiennense está especializada en biomasa: qué es, cómo se genera y qué procesos sigue para convertirse en luz y calor.

María José Llobregat | Fundación Descubre

El universo del cómic está plagado de personajes con cualidades sobrehumanas, algunas de ellas vinculadas a distintas formas de energía. Magneto, capaz de controlar cualquier campo magnético que se ponga a su alcance; Linterna Verde, que construye objetos a partir de la energía; o Mistica, cuya habilidad consiste en absorber la energía de otros cuerpos. Hay un 'superpoder' que, sin embargo, ha escapado a la creatividad de dibujantes y guionistas: la biomasa. Porque, a ver si no ¿cómo se denomina la capacidad de productos como el hueso de aceituna para transformarse en electricidad o en calor? Pues eso. 'Superpoder'.

Biomasa, en el ámbito energético, se define como aquellos subproductos que se generan en determinados procesos agrícolas, forestales o agroindustriales. Estos subproductos o materia orgánica residual que, en principio carecen de valor, se aprovechan para generar energía, ya sea eléctrica o térmica. Por ejemplo, fuentes de biomasa son los restos de la poda de bosques, jardines o del olivar y el orujillo que se extrae el orujo y se origina durante la fabricación del aceite de oliva; también las cáscaras de almendra procedentes de la recolección de este fruto. Con todos ellos se hace, en la actualidad, electricidad y calor.

Que este 'superpoder' no es cosa de magia sino de ciencia, lo confirma José Antonio La Cal, investigador de la **Universidad de Jaén** y socio de 'Bioliza', una Empresa Basada en el Conocimiento (EBC) o *spin off* de la citada institución jienense, especializada en la gestión y valorización de subproductos energéticos. En primer lugar, el experto matiza algunas claves sobre el concepto de biomasa. No se habla de residuos sino de subproductos: "Un residuo es algo que, por ley, hay que deshacerse de él y pagar a una empresa para que lo gestiona. Es el caso del aceite de un taller mecánico o la propia basura doméstica". De este modo, la poda del árbol de una casa, que se usa como leña o se deposita en un contenedor, es un ejemplo de subproducto.

Segunda anotación. La biomasa es una fuente de energía natural y renovable que tiene su origen en el sol. "Una rama crece gracias a la fotosíntesis. Cuando ésta se quema en una caldera genera una energía térmica que, en última instancia, procede de los rayos solares", aclara el investigador.

Y tercera apreciación. La biomasa es fuente de energía sostenible. "El dióxido de carbono (CO₂) que esa rama consumió durante la fotosíntesis se libera al quemar la madera para dar calor. Por lo tanto, el balance de emisiones de CO₂ es neutro: no se libera más del que se consume", especifica.



¿QUIÉN ES QUIÉN?

Los grandes protagonistas de esta historia son los siguientes: **astilla, hueso de aceituna y pellet**. De distinto acabado y precio, son la materia prima con la que se elaboran los biocombustibles más habituales.

El investigador José Antonio La Cal proporciona algunas pistas sobre cada uno de ellos. "La astilla procede, en su mayoría, de pino, de poda de olivo y almendro y de chopo. Su valor oscila entre los 90 y 100 euros la tonelada".

Les siguen, en precio y uso, el hueso de aceituna y la cáscara de almendra. "En este caso, el precio del mercado aumenta a los 135 ó 140 euros la tonelada", prosigue el investigador. Este tipo de biomasa, junto a la astilla, se utiliza en industrias o grandes instalaciones como hoteles, residencias o piscinas.

La tercera posición es para el pellet, el más caro, ya que su precio ronda los 200 o 220 euros la tonelada. De ahí que su uso se limite a equipos domésticos y de pequeña potencia como una estufa.

Preparación de pellet (serrín comprimido) / Fuente: Navarra capital.

Empezando por arriba: Biomasa procedente del bosque. | Preparación de biomasa. | La materia orgánica residual se emplea como fuente de biomasa / Fuente: David Martínez.



Biomasa.

Para aprovechar los restos forestales que, más tarde, se convertirán en biomasa, estos tienen que pasar por unos procesos físicos concretos. Astillado, secado y compactado o peletizado son los habituales. "Para alimentar una caldera o una estufa, la madera tiene que estar astillada y seca. Con el hueso de aceituna ocurre algo similar: hay que limpiarlo y secarlo antes de utilizarlo. Si la biomasa está húmeda, es menos eficiente", indica La Cal.

Por su parte, el pellet es serrín comprimido, más denso que la astilla pero con el mismo valor energético. "Es un error pensar que éste tiene más poder calorífico que la astilla. La energía la da el material: pino, chopo, olivo... Si éste se compacta o se trocea, da igual. Sólo se modifica la densidad", arguye. De esta forma, el pellet se somete a un proceso industrial que hace que su precio aumente en el mercado. "Por lo demás, su ventaja es sólo física: al ser más denso, ocupa menos espacio", ratifica el investigador.

Además de su uso como biocombustible, la biomasa también sirve para producir energía eléctrica. Sin

embargo, señala el experto, a diferencia del calor, que ya se utiliza en el ámbito doméstico, residencias o cadenas hoteleras, la generación de electricidad a partir de biomasa sólo se desarrolla en grandes plantas desde donde la energía se inyecta en la red.

Tecnología para el autoconsumo

Frente a este modelo, más industrial, los investigadores de 'Bioliza' trabajan en proyectos que permitan a las pequeñas y medianas empresas generar y abastecer sus propias necesidades energéticas. "Innovamos en el autoconsumo a nivel de industria. Imagina una fábrica que genera cáscara de almendra y, para su funcionamiento, consume electricidad y calor. Nuestra propuesta es utilizar ese mismo subproducto para producir la energía que ésta necesita", explica La Cal.

La solución de 'Bioliza' se basa en la tecnología de la gasificación, que permite generar electricidad y calor de forma simultánea. En este proceso, la biomasa se transforma en un gas combustible mediante una serie de reacciones térmicas y químicas que ocurren con



Isabel Cano, José Antonio La Cal y Antonio Jesús Pérez, socios de 'Bioliza'.

BIOMASA A DOMICILIO

Para sustituir la tradicional caldera de gasoil por una de biomasa hay que tener espacio. Es el primer y, casi, único requisito. ¿Dónde guardar el combustible? Las empresas suministradoras de pellets, huesos de aceituna o astillas disponen de varias opciones: sacos de 15 kilos, sacas de 1.000 kilos o a granel. Éste puede ser en volquete, es decir, un camión de descarga; o a través de manguera o neumático. Si se elige la opción a granel, lo mejor es disponer de un silo de almacenamiento, una especie de contenedor de obra, lona o subterráneo donde la biomasa se conserva en las mejores condiciones. Y el silo requiere espacio.

El ahorro económico que conlleva esta instalación depende de la factura de la luz de cada consumidor ya que hay que comparar el precio de la electricidad con el precio de la biomasa. José Antonio La Cal explica, con un ejemplo, el coste de una caldera de biomasa de una vivienda unifamiliar. "Cambio una caldera de gasoil, de 20 kilovatios (kW), por otra de biomasa, de la misma potencia. Estimo que el tiempo de uso será de ocho horas al día, durante cuatro meses, es decir, unas 800 horas al año. Si multiplico la potencia, 20 kilovatios, por las horas obtengo la energía que consume la caldera. En este caso, 16.000 kilovatio hora al año", indica.

El paso siguiente es calcular los kilos de biomasa que se necesitan para alimentar esa potencia. "Para ello, se divide esa cantidad, 16.000 kilovatios hora, por el poder calorífico que tiene la biomasa, que suele ser la mitad del gasoil, es decir, unos 5 kilovatios hora por kilo. El resultado es 3.200 kilos, unas tres toneladas. Si el precio del pellet ronda los 200 euros la tonelada, la caldera de biomasa consumirá unos 640 euros al año", estima. Ahora pueden hacer sus propias comparaciones. comunidad que monopoliza el cultivo con casi el 80% de la producción.

ayuda de un agente gasificante, normalmente oxígeno, vapor de agua o hidrógeno. “Cuando prendemos fuego a la madera se produce una combustión, se quema. En la gasificación, la biomasa no llega a arder, no combustiona. Se calienta y desprende un gas. Éste se incorpora a un motor, similar al de un coche, y produce energía eléctrica y térmica al mismo tiempo”, señala.

La tecnología de la gasificación no es nueva. Según el experto, en España existen tres o cuatro plantas que usan este procedimiento para generar energía eléctrica. Sin embargo, hasta ahora, no se había aplicado a sectores como el oleícola donde 'Bioliza' desarrolla proyectos destinados a las almazaras. “Estas instalaciones tienen tres ventajas importantes: generan cantidades ingentes de un subproducto, el hueso de aceituna; consumen mucha energía durante el proceso



Bosque.

MÁS ALLÁ DEL PAPEL

De investigación básica a aplicada. Así surge 'Bioliza', una empresa de la **Universidad de Jaén** que nace a partir de la tesis doctoral de uno de sus promotores, José Antonio La Cal, investigador de la Universidad de Jaén, con más de 15 años de experiencia en el sector de las energías renovables, especialmente la biomasa. Éste, junto a Isabel Cano Caballero, constituye en abril de 2014 esta empresa con el objetivo de explotar su idea de negocio. Así lo cuenta la otra mitad de 'Bioliza'. “Nuestra idea es aprovechar los subproductos de los

sectores agroalimentario y forestal, es decir la biomasa residual, y ofrecer soluciones energéticas a través de la integración de tecnologías innovadoras”, explica la experta en gestión empresarial y directora de la firma, Cano Caballero.

Para Cano Caballero, la empresa se distingue por aportar propuestas tecnológicas integradas y adaptadas a cada una de las industrias que demandan sus servicios. “Se trata de ofrecer una solución individualizada en función

del tipo de cliente, que comprenda toda la gestión de sus residuos, valorizándolos en función de sus necesidades energéticas, eléctricas y/o térmicas, y adaptando las tecnologías disponibles a cada caso concreto”, continúa.

Junto a los dos socios, forma parte de 'Bioliza', Antonio Jesús Pérez, director técnico y experto en soluciones energéticas sostenibles. Especializados en estrategias de biomasa, la empresa también ofrece estudios de consultoría y formación especializada.

de extracción del aceite de oliva; y necesitan calor para secar el orujo, otro subproducto del que se saca el orujillo, una de las principales fuentes de biomasa”, aclara el investigador.

La humedad, el enemigo

El orujo se caracteriza por su elevado contenido en humedad, en torno al 60 ó 70 por ciento, indica el representante de la empresa jiennense. Y este porcentaje, continúa, es el principal enemigo de la biomasa. “Cuanto más seco, mayor cantidad de energía se obtiene del biocombustible. Si éste está mojado y le aplicamos calor sólo se produce evaporación. Por eso el orujo tiene que reducir su humedad hasta un 10 o 20 por ciento”, aclara.

Según el investigador, el proceso de secado, que consume gran cantidad de energía, se realiza en empresas orujeras o extractoras de aceite de oliva donde el orujo, libre de humedad, se transforma en orujillo. “Con la tecnología de la gasificación, el gas que desprende la biomasa servirá por un lado, para producir

A CALCULAR: ¿CUÁL ES SU HUELLA ECOLÓGICA?

Cuando se sustituye un combustible fósil, como el carbón o el petróleo, por biomasa, la cantidad de dióxido de carbono (CO₂) que se emite a la atmósfera se reduce. La diferencia entre ambas emisiones se mide con la huella ecológica.

En el sector energético, para las industrias o empresas que cambien sus tradicionales instalaciones por energías renovables, el cálculo de CO₂ se puede obtener en la página web de los '**Proyectos Clima del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente**', una iniciativa para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. “Hay unas tablas que muestran las emisiones derivadas del uso de combustibles fósiles y su equivalente en biomasa”, comenta José Antonio La Cal.

Aun así, el investigador señala que calcular la huella ecológica es un proceso complejo en el que se deben contemplar muchas variables, desde el consumo de energía o los kilos de basura generados en el hogar, al gasto en agua y los kilómetros recorridos en un año.

En Internet existen algunas páginas para calcular la huella ecológica. Una de ellas es '**Tu huella ecológica**', un proyecto de la Diputación Foral de Bizkaia que ofrece un exhaustivo test para medir las emisiones de dióxido de carbono.



Módulo de gasificación.

la energía eléctrica que necesita la almazara; y, por otro, para generar el calor del secado del orujo. La almazara se convertiría en una industria autónoma y gestionaría su consumo energético”, enfatiza La Cal.

De astillas y pellets

Junto al oleícola, el principal productor o fuente de biomasa es el sector forestal. El monte. “El bosque es algo vivo. Hay que limpiar, tratar y secar la madera. La cantidad de subproductos que genera es inmensa. Y sin embargo, en nuestro sector, es una actividad poco explotada”, explica el investigador.

Las líneas de trabajo de ‘Bioliza’ en este campo se dirigen hacia dos objetivos. En primer lugar, el desarrollo de instalaciones que conviertan la madera original en astilla. “Se trata de que una explotación maderera pueda transformar su materia prima en biocombustible sólido en su propio centro de producción de astillas”.

El segundo objetivo consiste en dotar a esa instalación

de un sistema de gasificación que produzca las dos energías. “La eléctrica se destinaría a autoconsumo. Y la térmica, al secado de los pellets. Al igual que el hueso de aceituna, el serrín debe tener un contenido mínimo de humedad antes de compactarlo”, aclara.

La gasificación también tiene utilidad en el sector público, sobre todo en instalaciones municipales como las piscinas o los complejos polideportivos, que demandan gran cantidad de energía eléctrica y calórica. En este ámbito, la fuente de biomasa se hallaría en los restos de poda de los jardines y parques públicos que, según el investigador, suelen acabar en el vertedero, sin ningún aprovechamiento. “La idea es la misma. Utilizar la tecnología para crear modelos de consumo energético autónomos e independientes. La gran ventaja de las energías renovables es que deben estar al alcance de todos, distribuirse y encaminarse al autoconsumo”, indica el experto. Y concluye: “Esta será la línea a seguir en los próximos años con un objetivo claro: no depender de las energías fósiles y descarbonizar la economía”. |



Aida Platero.

“LA CIENCIA ES EL MOTOR DE UN PROGRESO SOSTENIBLE”



Aida Platero Luengo -Sevilla, 1982- es licenciada en Biología por la Universidad de Sevilla. Comenzó el doctorado en el departamento de Fisiología Médica y Biofísica de la Facultad de Medicina de la misma institución, una etapa que le llevaría al Instituto de Biomedicina de Sevilla, centro donde concluyó su tesis doctoral en el año 2014, bajo la dirección de Ricardo Pardal y José López Barneo. El pasado mayo de 2015 la Fundación Biogen le entregó el ‘Premio Jóvenes Investigadores’, en el área de Neurología.

Actualmente trabaja en el Instituto Salk de Estudios Biológicos ubicado en San Diego, Estados Unidos. En el laboratorio coordinado por el investigador español Juan Carlos Izpisúa Belmonte estudian nuevos métodos para obtener células capaces de crear órganos humanos en animales, regenerar cartilagos dañados o aportar algunas de las claves para revertir el envejecimiento.

José T. del Pozo | Fundación Descubre

Inaugurado en 1965, en el barrio de La Jolla, junto al mar y a escasos 20 minutos de San Diego, se encuentra el Instituto Salk, uno de los centros punteros en Biomedicina y Neurociencia ¿Por qué eligió este laboratorio?

Aunque realicé algunas entrevistas en Europa, siempre había querido trabajar en Estados Unidos. El prestigio de la ciencia en el país, en cuanto a recursos, calidad y proyección, inclinó la balanza. Trabajo en el laboratorio del investigador Juan Carlos Izpisúa Belmonte.

El doctor Izpisúa es una institución en el ámbito de la Biomedicina, ¿cómo es su laboratorio?

Grande, dinámico y multicultural. Está integrado, hoy día, por 25 ó 30 investigadores postdoctorales procedentes de China, Japón, México, España, India y Turquía. El ambiente es muy ilusionante. También exigente. Siempre hay diversos proyectos en marcha, ¡trabajamos mucho! –sonríe-. En mi caso, colaboro en varios.

Cuéntenos, por favor.

Uno de los más ambiciosos es generar, a largo plazo, órganos humanos en cerdos para trasplantes en personas. Se trata de un estudio multidisciplinar liderado por mi compañero Jun Wu y colaboramos con diferentes centros de Estados Unidos y España -Hospital Clínic de Barcelona y Universidad Católica de Murcia-, que aportan su experiencia con animales de granja. Por nuestra parte, somos especialistas en unas células ‘inmaduras’, llamadas pluripotentes, que pueden dar lugar a células de cualquier tejido del organismo.



Aida Platero junto a sus compañeros de laboratorio.

Aida Platero: “El proyecto surge a partir de una realidad social: existe una mayor necesidad de trasplantes que donantes disponibles”

¿Cuál es el origen de este proyecto?

Nace a partir de una realidad social: existe una mayor necesidad de trasplantes que donantes disponibles. Gracias a la tecnología actual, el objetivo es emplear células humanas, introducir las dentro del embrión de cerdo y crear los órganos que después sirvan para ser trasplantados. No obstante, es un proceso muy complicado, entre otras cosas, porque tenemos que encontrar las células humanas idóneas capaces de integrarse y coincidir con el desarrollo del animal.

¿En qué otras líneas de investigación están trabajando?

El estudio del envejecimiento. Analizamos cómo funciona este proceso. En concreto, empleando modelos de ratón, tratamos de comprobar si de alguna manera somos capaces de revertirlo, aliviarlo o mejorarlo aplicando una técnica denominada reprogramación celular.

¿Reprogramar células para intentar frenar el envejecimiento?

Es un proceso fisiológico complejo y multifactorial. La mejor forma de estudiarlo es paso a paso. En 2006, cuando Shinya Yamanaka descubrió por primera vez las células inducidas pluripotentes (iPS, por sus siglas en inglés), describió una nueva manera de ‘reprogramar’

células adultas para convertirlas en otras capaces de dar lugar a cualquier tipo de célula de un organismo. Estos estudios, que comenzaron con los experimentos del británico John Gurdon en la década de los 60, provocaron un estallido en la ciencia y la tecnología brutal.

¿Cómo han conseguido extrapolar este descubrimiento a sus propios estudios?

Nuestro objetivo es evidenciar lo que ya hemos visto *in vitro*, es decir, si al reprogramar las células éstas pierden algunos de los marcadores relacionados con el envejecimiento y somos capaces de aminorar sus efectos negativos en un organismo vivo, en este caso, un determinado modelo de ratón que presenta

una mutación genética que causa una aceleración del proceso de envejecimiento.

En colaboración con la Clínica CEMTRO de Madrid que dirige el doctor Pedro Guillén, trabajan en la producción de cartilago humano a partir de las mencionadas células iPS. ¿Qué les motivó a iniciar este proyecto?

Hoy día, una persona que presenta un defecto en el cartilago articular de la rodilla, por ejemplo, necesita dos operaciones. Primero, para extraer un trozo sano de este cartilago que se ‘amplifica’ en cultivo *-in vitro-* con el objetivo de obtener un mayor número de células que serán posteriormente trasplantadas en el defecto de la

articulación. Esta técnica funciona bastante bien pero cuenta con ciertas limitaciones como la edad, la necesidad de someterse a más de una intervención o la calidad de las células que se obtienen, ya que dependiendo del deterioro o del propio individuo ésta puede ser mejor o peor.

Aida Platero: “¿Un reto científico? Ser capaces de reparar algunas partes del cerebro que son dañadas durante traumas, infartos cerebrales o enfermedades neurodegenerativas como el alzhéimer”

¿Cuál sería su principal aportación?

Nuestro trabajo consiste en la utilización de células iPS, las cuales obtenemos del propio paciente, por ejemplo, de la piel o de grasa -ya que ambas requieren un proceso poco invasivo-, y las convertimos en células de cartilago que puedan trasplantarse y regenerar la articulación.

¿Qué retos científicos restan aún por alcanzar?

Muchos. Estamos en ello. Me interesa especialmente el campo de la regeneración. Hoy día contamos con una tecnología muy innovadora como las células iPS o la posibilidad de editar el genoma. El camino es utilizar esas herramientas para activar regeneración en tejidos que no tienen ese poder por sí mismos, y hacerlo directamente *in situ*, es decir, que estos se regeneren sin necesidad de trasplantar células externas en ellos. Eso sería fantástico.

Por ejemplo...

Para reparar algunas partes del cerebro que son dañadas durante traumas, infartos cerebrales o enfermedades neurodegenerativas como el alzhéimer.

El Instituto Salk de Estudios Biológicos está ubicado en San Diego, considerada la quinta ciudad más grande de Estados Unidos y uno de los destinos señalados por los turistas de todo el mundo.

Y la ciencia, ¿necesita regenerarse?

En España hay que renovar el sistema que gestiona la ciencia. Es antiguo, estático, endogámico y no responde a las necesidades sociales del momento. Es necesario promover la ciencia y apostar por el conocimiento para conseguir una economía y progreso sostenibles, un modelo de sociedad más igualitario, justo, ecológico, autosuficiente y eficiente en cuanto a la utilización de recursos. Para ello necesitamos inversión, abogar por la investigación también como motor de la economía y progreso. La población debe exigirlo a sus gobernantes y es nuestro deber como científicos trasladarlo.

¿Existe algún tipo de estigma social aún arraigado en la figura del científico?

Es posible. Necesitamos transmitir a la población la ilusión con la que el gremio trabaja en ciencia.

Estudió en el colegio Hipólito Lobato y en el instituto Rodrigo Caro, ambos en Coria del Río, Sevilla. ¿Ha tenido siempre clara su vocación de científica?

De pequeña me gustaba mucho escribir. Me encanta aprender, así que disfrutaba de todas las



Aida Platero, en el Instituto Salk de Estudios Biológicos.

asignaturas: historia, literatura, física o biología. Incluso estudié ballet clásico en el Conservatorio de Danza de Sevilla. Siempre pensé que la investigación iría conmigo: es dinámica, multicultural, necesitas imaginación, aprendes cada día, viajas, tienes la oportunidad de descubrir cosas que nadie antes ha visto... ¡Y así ha sido!

Por último, San Diego es la quinta ciudad más grande de Estados Unidos y uno de los destinos señalados por los turistas de todo el mundo. ¿Qué destaca de la costa californiana?

Al principio el 'choque' fue grande. San Diego está muy extendida, constituida por barrios muy distantes entre sí y conectados por autovías. No me parecía muy cosmopolita. Cuando me

acostumbré, la ciudad me ha sorprendido. Disfruto cada día. El clima no puede ser mas idóneo. Un sol maravilloso alumbraba casi todo el año. Las playas son fantásticas y la naturaleza se aprecia en cada rincón. Los californianos respetan mucho el medio ambiente y saben disfrutarlo. Hay muchas actividades al aire libre. La población es muy activa y deportista. |



Mercedes Feriche

| Responsable del Área de Prevención de Desastres Sísmicos del Instituto Andaluz de Geofísica (IAGPS).

LA SISMICIDAD EN ANDALUCÍA

El estado actual de la Sismología no permite aún predecir cuando ocurrirá un terremoto destructor, pero sí sabemos que seguirán sucediendo y cuáles son, además, las zonas de mayor peligro de sismicidad de nuestra región, Andalucía. Este riesgo depende, en este sentido, de dos factores principales. Por un lado, la citada peligrosidad sísmica o movimiento del suelo esperado en un lugar concreto dentro de un período de tiempo también estipulado. Éste puede variar en un mismo espacio en función de la cercanía a las fallas activas (aquellas fracturas en el suelo que tienen la capacidad de generar terremotos), del tipo de terreno y de lo propenso que éste sea a desestabilizarse. En general, los daños suelen concentrarse en áreas donde existen superficies poco firmes y especialmente susceptibles de deslizarse en caso de movimientos sísmicos.

Por otro lado, las zonas de mayor peligrosidad sísmica también dependen de la vulnerabilidad de las edificaciones, es decir, la susceptibilidad de una construcción a sufrir un determinado grado de daño para un movimiento específico del suelo. Estos desperfectos varían, principalmente, según la tipología constructiva (es decir,



la clasificación de los edificios según el método y los materiales de construcción), el diseño (pilares cortos o piso débil, entre otros) y de la ejecución y calidad de los materiales empleados.

Construcciones más resistentes

La peligrosidad sísmica no cambia con el tiempo. No obstante, lo que sí podemos reducir es la vulnerabilidad de las edificaciones mediante normativas denominadas 'sismorresistente' (esto es, el cumplimiento de una serie de especificaciones técnicas que tratan de regular que las construcciones sean cada vez mejor adaptadas a posibles movimientos sísmicos), medidas preventivas y actuaciones que mitiguen los posibles daños en nuestro entorno como, por ejemplo, fijar bien a las paredes los armarios o estanterías y señalar adecuadamente las señales de salida en los edificios públicos.

En concreto, Andalucía está en el límite entre las placas Africana y Euroasiática, cuya acción conjunta deforma lentamente la de sus bordes, provoca la existencia de fallas geológicas activas y explica la ocurrencia de terremotos en nuestra comunidad. Por tanto, la región



Mercedes Feriche / Fuente: Miguel Rodríguez (elindependientedegranada).

andaluza, especialmente su parte Centro-Oriental, se encuentra en un área de conflicto y ya ha sido sacudida por diversos terremotos destructores a lo largo de su historia. Esta zona, junto con las de Murcia y Alicante, presentan el mayor riesgo sísmico del territorio español.

Historial sísmico de Andalucía

La peligrosidad sísmica de Andalucía está definida por los terremotos que ocurren tanto dentro de su territorio (en especial en su parte Central y Oriental), como fuera (mar de Alborán y área del Golfo de Cádiz). En la actualidad, la actividad sísmica se concentra en el mencionado mar de Alborán, donde el pasado mes de enero se localizó un terremoto de una Escala Sismológica de Magnitud de Momento (Mw) de 6.3. Éste ha dado lugar a una serie de réplicas en la zona de la ruptura del sismo más grande, donde se han registrado 1523 'eventos' hasta el día 2 de febrero (inclusive). Esta cifra es lo normal para un terremoto de estas características. De hecho, la tendencia en este tipo de series es que el número de réplicas disminuya con el tiempo.

A lo largo de la historia, los terremotos que han causado mayores daños (**y que han sido comprobados documentalmente**) en nuestra región desde el año 1400 hasta la actualidad, con intensidades superiores a VIII, fueron los acaecidos, por ejemplo, en 1431 en Pinos Puente, Granada; en octubre de 1680 la tierra tembló, provocando, además, un tsunami en Málaga; o en 1884 en Arenas del Rey, Granada.

De esta forma, las sacudidas provocadas por estos terremotos afectaron gravemente a una serie de poblaciones alrededor del epicentro, es decir, el punto de la superficie terrestre donde un movimiento adquiere su máxima intensidad. También han cambiado el curso de la historia, como los de 1431 cuando el rey Juan II de Castilla se disponía a tomar Granada cuando ocurrieron y desistió de su empeño. Además de estos han ocurrido otros menos destructores, pero muy importantes por su proximidad en el tiempo: los almerienses de Berja (23-12-1993) y Adra (4-1-1994) con intensidades máximas de VII (según la Escala Macrosísmica Europea, EMS).

Medidas preventivas

Los planes de emergencia ante riesgo sísmico y tsunamis son competencia de la **Dirección Provincial de Protección Civil y Emergencias**. De este modo, el **Instituto Andaluz de Geofísica y Prevención de Desastres Sísmicos**, perteneciente a la **Universidad de Granada**, en materia de prevención es responsable de realizar diferentes tareas de investigación: proyectos que han permitido desarrollar y mantener la **Red Sísmica de Andalucía**; estudiar el movimiento del suelo mediante técnicas diversas; o aplicar metodologías de elaboración de escenarios virtuales de daños sísmicos. Igualmente, es organismo asesor mediante diversos documentos como el 'Estudio de Riesgo Sísmico de Andalucía (SISMOSAN)'; el 'Estudio de la metodología para la elaboración de escenarios sísmicos (MEDACHTU)'; y la creación de materiales de divulgación como pósters, cuadernos o dípticos. |

¿QUÉ HACER ANTES DE UN TEMBLOR?

Existen una serie de medidas para reducir daños en nuestro entorno:

- > Se deben fijar bien a las paredes los armarios o estanterías que puedan volcar.
- > Colocar en posiciones bajas los objetos pesados.
- > En los edificios, y sobre todo en los de uso público, las salidas tienen que estar señalizadas y los ascensores deben llevar una etiqueta que advierta que no deben usarse en caso de terremoto.

> Es necesario tener preparadas algunas cosas imprescindibles en caso de terremoto: botiquín de primeros auxilios, linterna, radio de pilas, pilas o silbato, además de algunas provisiones.

> Todos los miembros de la familia deben saber como desconectar las entradas de luz, gas y agua.

> La familia debe preconcebir un lugar de encuentro para ubicarse después de la emergencia.

CÓMO ACTUAR DURANTE UN TERREMOTO

Las recomendaciones básicas son:

- > Si se encuentra dentro de un edificio, quédese en el interior. Si está fuera, permanezca en el exterior. Muchos accidentes se producen al intentar entrar o salir de los edificios por caída de objetos de fachadas y tejados.
- > Si está en el interior del edificio protéjase bajo una mesa, pupitre o cama, junto a un sofá o un mostrador. Cúbrase la cabeza con los brazos. Mantenga esa posición hasta que el movimiento termine. Aléjese de paredes exteriores, ventanas, muebles pesados u objetos que puedan caerse y lastimarnos.

> No utilice el ascensor, puede quedar atrapado en caso de corte de suministro eléctrico.

> No corra precipitadamente hacia la salida. Esto provocará atropellos.

> Si está en el exterior, aléjese de las construcciones, los muros y los tendidos eléctricos.

> Si se está circulando en coche, es importante parar y permanecer dentro del vehículo.

ACCIONES DESPUÉS DE UN SEÍSMO

Finalmente, una vez que el terremoto ha tenido lugar, es necesario:

- > Comprobar si alguien se encuentra herido y prestarle los primeros auxilios. Si hay heridos graves buscar ayuda médica.
- > No utilizar el teléfono si no es para pedir ayuda médica o informar de un emergencia grave (un incendio, por ejemplo). De este modo no bloqueará las líneas telefónicas. Lo preferible siempre es enviar mensajes de texto.
- > Si oímos, vemos u olemos algún 'escape', cerrar las llaves de agua y gas y cortar la luz.
- > Si hay algún conato de incendio, apagarlo inmediatamente.
- > Tras sacudidas violentas, salir ordenadamente a fin de evitar lesiones

> Ir hacia un área abierta (plazas, parques, descampados o calles anchas).

> Recordar siempre que tras los terremotos violentos pueden producir réplicas.

> Si el epicentro de un gran terremoto es marino, aléjese de las playas y de las desembocaduras de los ríos, por si se hubiese generado un maremoto. Busque refugio en zonas elevadas.

> Colabore con Protección Civil: haga caso a la valoración que Protección Civil, asesorada por sismólogos y técnicos, haga de los hechos. No se deje llevar por lo que la gente diga acerca del por qué se están produciendo los terremotos, ni sobre los bulos que corran sobre graves destrozos, inminencia o repetición de sismos mayores, predicciones infundadas o alarmas, entre otros.

FIRMA
INVITADA



Carlos Barceló

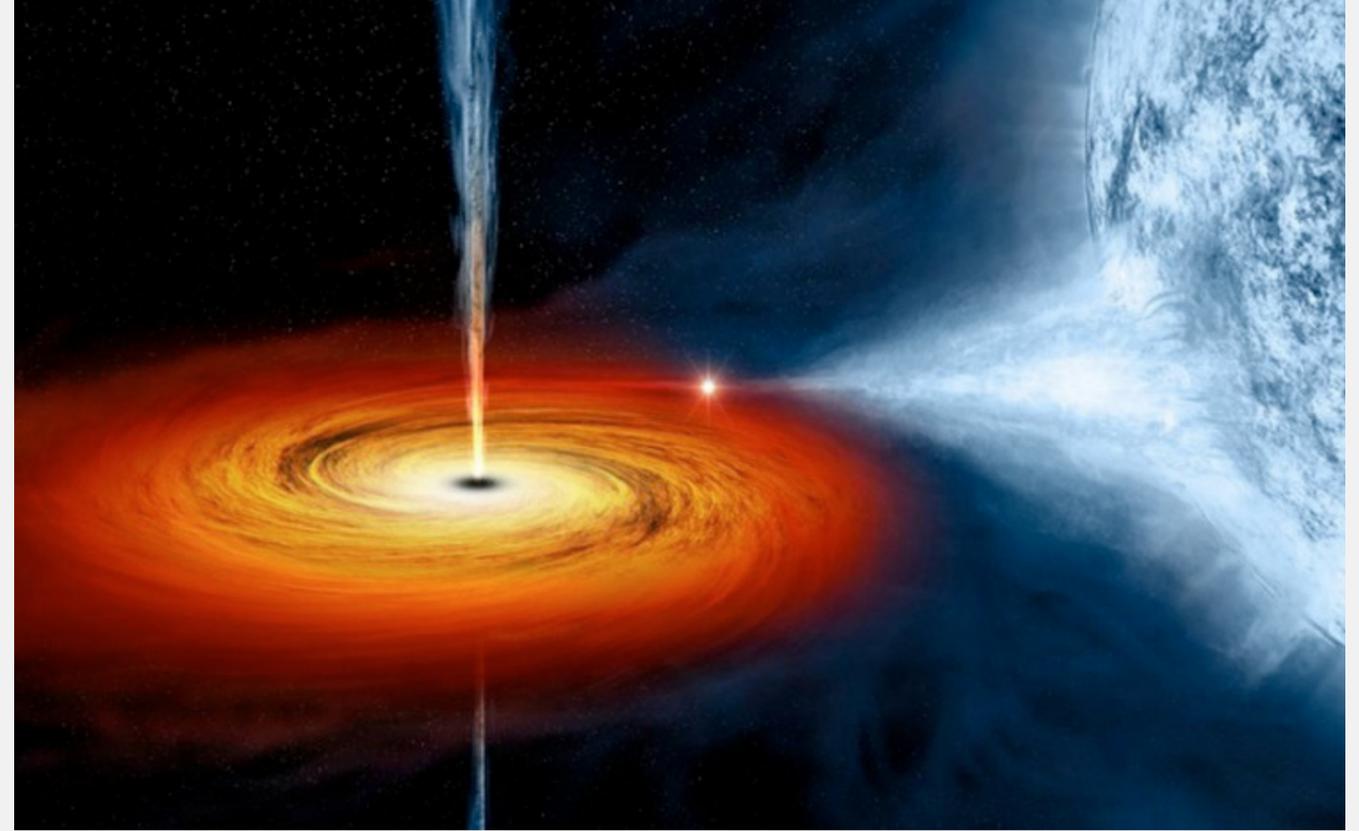
| Científico Titular del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC) y presidente de la Sociedad Española de Gravitación y Relatividad (SEGRE).

ONDAS GRAVITACIONALES, REAFIRMANDO A ALBERT EINSTEIN

Hace 100 años Albert Einstein predijo la existencia de ondas gravitacionales como parte de su Teoría General de la Relatividad. A pesar de que durante décadas los investigadores se han afanado en detectar estas ondas, fundamentales a la hora de comprender las leyes del universo, no ha sido hasta el pasado 11 de febrero cuando expertos del Observatorio por Interferometría Láser de Ondas Gravitacionales (LIGO, por sus siglas en inglés) han podido anunciar que, un siglo después, el científico alemán tenía razón.

El 25 de diciembre de 1915 Albert Einstein presentaba a la **Academia Prusiana de las Ciencias** las ecuaciones definitivas de la relatividad general, una forma radicalmente nueva de entender la gravedad. Entre sus muchos efectos sorprendentes, esta nueva gravedad se asemejaba al electromagnetismo: al igual que las interacciones entre cargas pueden generar ondas electromagnéticas (luz), las interacciones gravitatorias entre distintos cuerpos pesados podían originar ondas gravitacionales (una nueva luz, de hecho, la única que nos ha sugerido el estudio de la naturaleza).

La relatividad general nos dice, nada menos, que el fenómeno de la gravedad no es más que entender cómo el espacio y el tiempo se curvan debido a la presencia de materia. Las ondas gravitacionales, esta nueva luz gravitacional, son por tanto pliegues de la propia fábrica espaciotemporal. Igual que la luz estándar, la luz gravitacional también viajaría a la denominada velocidad de la luz y podría venir en diferentes colores y polarizaciones. Un terremoto no es más que ondas elásticas que se propagan por la Tierra; todo lo apoyado en ella se agita, no así un astronauta flotando en la



Las ondas gravitacionales fueron descubiertas el 14 de septiembre de 2015 / Fuente: NASA.

estación espacial internacional. Los vaivenes causados por la luz gravitacional, al ser del propio espacio, son sentidos incluso flotando en el vacío.

¿Cuáles son sus características?

Todo esto en teoría, pero ¡ver o sentir para creer! Una onda gravitacional de tamaño apreciable solo la puede generar un cataclismo gravitatorio de grandes proporciones: esencialmente choques y explosiones de estrellas compactas o agujeros negros. Estos se producen de vez en cuando, muchas veces en el universo entero, pero difícilmente a distancias suficientemente cercanas. Es decir, al estimar cuál es el tamaño de la onda que sería esperable recibir de un cataclismo entre dos agujeros negros en el otro extremo de la galaxia, apreciamos que, desde luego, el astronauta en flotación alrededor de la Tierra no iba a sentir absolutamente nada y que además no hay ojo imaginable en la propia Tierra que pueda ver el tenue resplandor de la nueva luz. Afortunadamente, la imaginación de los seres humanos no tiene límites y sí, algunos imaginaron cómo construir un ojo tan formidable.

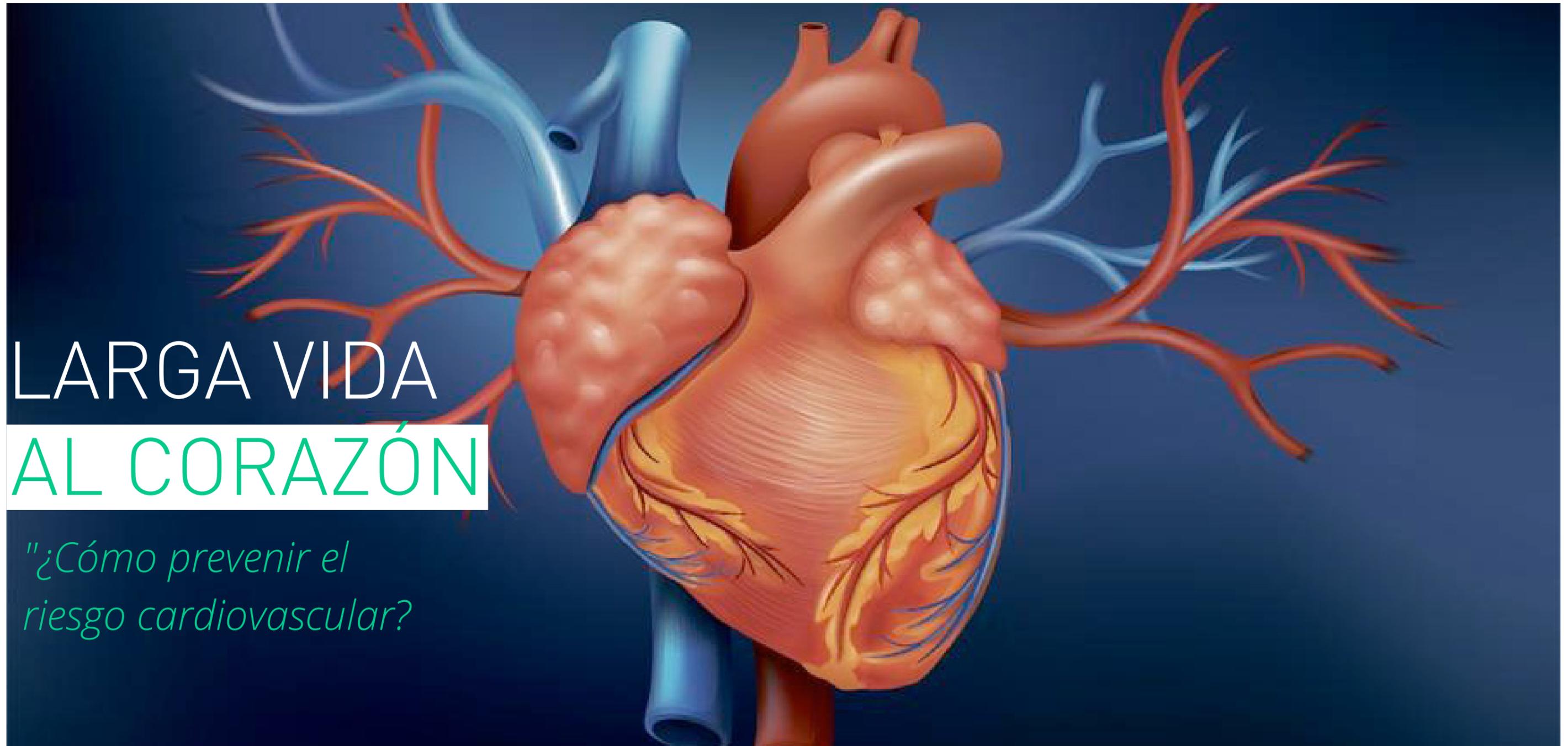
¿Cuándo se observó el primer destello?

El **Observatorio por Interferometría Láser de Ondas Gravitacionales** (LIGO, en sus siglas inglesas) ha sido la gran apuesta científico/tecnológica para observar

estas ondas y después de 25 años de intenso trabajo, el pasado 14 de septiembre de 2015 (casi 100 años exactos después) se observó el primero de estos destellos. Después de varios meses de comprobaciones y análisis de todo tipo fuimos informados de tan magnífico resultado el 11 de febrero de 2016. Dos agujeros negros 30 veces más masivos que nuestro Sol, cada uno de ellos se fusionaron dando lugar a un impresionante destello que, sin embargo, fue percibido en la Tierra como un susurro solamente perceptible por LIGO.

¿Por qué son tan importantes?

Incluso para los físicos y matemáticos que trabajamos en diferentes aspectos de la gravedad y que no albergábamos prácticamente ninguna duda de su existencia, el anuncio ha sido emocionante. Hemos empezado a ver la nueva luz; ahora, poco a poco, comenzaremos a descubrir nuevos aspectos del universo que hasta ahora aparecían ocultos. Es de esperar que en las próximas décadas veremos el universo gravitacional con más y más colores y contrastes. Seguro que habrá muchas sorpresas, fenómenos que no funcionan como pensamos u otros completamente inesperados que pondrán, una vez más, a prueba nuestra capacidad explicativa. La otra luz ya ha aparecido ante nuestros nuevos ojos y ha venido para quedarse. |



LARGA VIDA AL CORAZÓN

"¿Cómo prevenir el riesgo cardiovascular?"

14 de marzo Día Europeo para la Prevención del Riesgo Cardiovascular.

A pesar de que las enfermedades cardiovasculares son la primera causa de muerte en todo el mundo, cada 14 de marzo, el Día Europeo para la Prevención del Riesgo Cardiovascular se encarga de recordar que unos hábitos de vida saludables pueden evitar hasta el 80% de los casos. Para el restante 20%, expertos como Diego Franco y su equipo de la Universidad de Jaén continúan investigando para controlar un porcentaje asociado, principalmente, a factores genéticos o hereditarios.

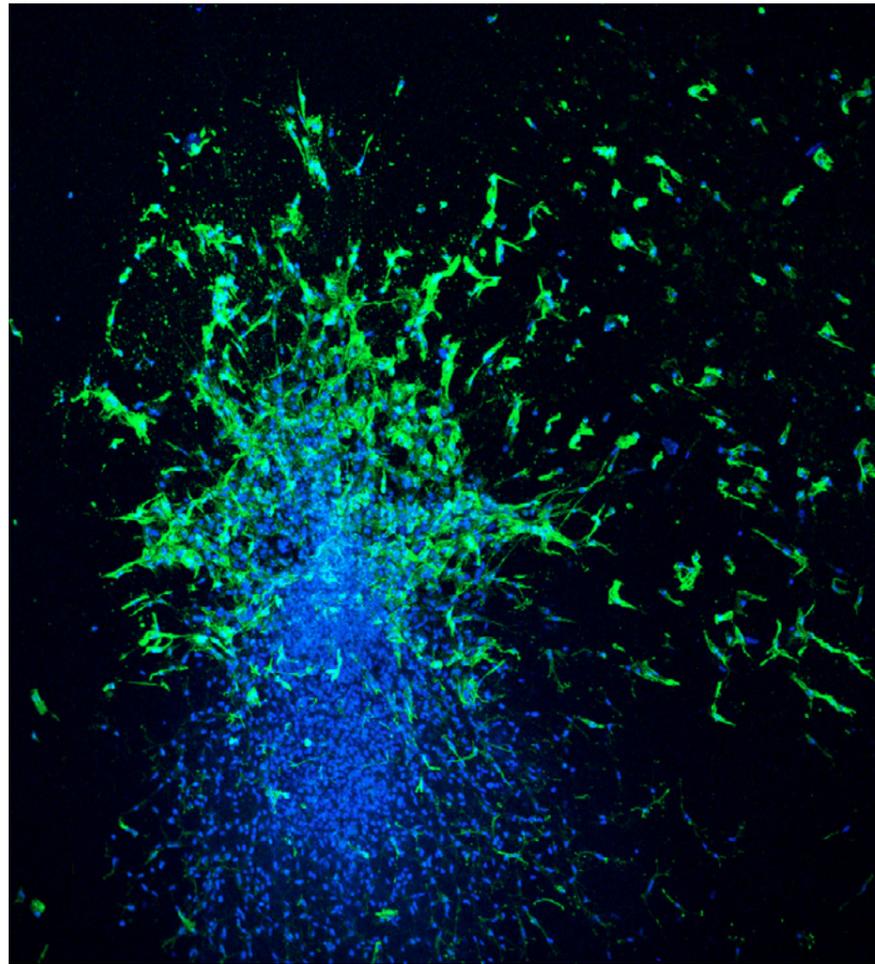
Ana Soria | Fundación Descubre

Se producen más fallecimientos al año por trastornos en el corazón y en los vasos sanguíneos (arterias y venas) que por cualquier otra causa: unos 17,5 millones. Son tantos como el resultado de sumar los provocados por el SIDA, la tuberculosis, la malaria, la diabetes, el cáncer y las patologías respiratorias crónicas,

tal y como calcula la [Federación Mundial del Corazón](#). La buena noticia es que el 80% de estas muertes son evitables adoptando un estilo de vida que reduzca los principales factores de riesgo: el tabaquismo, la hipertensión, la diabetes, el colesterol, la obesidad, el sedentarismo y el alcoholismo. Con este fin, el de concienciar sobre

la trascendencia de adoptar hábitos saludables, se celebra cada 14 de marzo, desde hace ya 11 años, el Día Europeo para la Prevención del Riesgo Cardiovascular.

Para Diego Franco, investigador responsable del Grupo de Biología Molecular y Fisiopatologías Cardíacas de la Universidad de Jaén, el primer



Moléculas microRNA.

paso para su prevención es entender mejor en qué consiste el riesgo cardiovascular. “Son aquellos factores de nuestro organismo que implican una mayor probabilidad de sufrir un evento cardíaco adverso, cuyo origen puede ser ambiental, genético o una combinación de estos”, explica.

De este modo, mientras que los factores de riesgo ambientales (obesidad, tabaquismo, sedentarismo, colesterol, hipertensión arterial o diabetes) pueden ser controlables a través de unos hábitos saludables, la dieta y el ejercicio físico regular, los genéticos o hereditarios forman parte de las características individuales de las personas y contra ellos es más difícil intervenir. Precisamente, en encontrar la manera de incidir en estos últimos centran sus trabajos de investigación Diego Franco y su equipo. “El corazón es un músculo. Siempre se está moviendo y cuando aparecen alteraciones en los genes que regulan la función cardíaca existe una predisposición a que no pueda hacerlo al cien por cien”, explica el investigador de la Universidad de Jaén.

Entre los factores que sí son evitables por el propio individuo, el investigador señala como el más grave la obesidad, causada por la excesiva ingesta de grasas. “Los lípidos colapsan los vasos sanguíneos y acaban provocando un infarto”, detalla. Además, pone su vista en la población infantil y en los numerosos estudios que avalan el paulatino aumento de esta enfermedad, hoy día considerada una pandemia a nivel mundial. “Intervenir durante esta etapa es la mejor manera para asegurarnos de que el sobrepeso sea un proceso reversible”, manifiesta. De esta forma, una actuación temprana implica menores consecuencias, tanto para las personas como para el sistema sanitario. “Así la combatimos a tiempo y evitamos las secuelas epidemiológicas”, declara.

Íntimamente relacionados también con la dieta se encuentran otros factores más silentes como la hipertensión y la diabetes, para los que, por otro lado, puede ser necesario prescribir un tratamiento

Para prevenir el riesgo cardiovascular, la Organización Mundial de la Salud insiste en la importancia de adquirir hábitos saludables tanto en la dieta como en el ejercicio físico regular.

farmacológico por parte de un facultativo. “En el primero, el corazón va más rápido y fuerte de lo normal, por lo que al final se resiente”, manifiesta Franco. En el segundo, la diabetes, la acumulación de glucosa (azúcar en sangre) acaba dañando progresivamente los vasos sanguíneos y aumentando el riesgo de padecer angina, infarto agudo de miocardio o muerte cardíaca súbita.

Claves para proteger la salud cardíaca

Según el informe ARIAM (Análisis del Retraso del Infarto Agudo de Miocardio), que realiza con carácter anual la [Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica](#)

y [Unidades Coronarias](#) (SEMICYUC), el sobrepeso o la obesidad estaría detrás del 75% de los infartos; la hipertensión, del 62% de los casos; el colesterol alto, del 53%; y el tabaco, del 36 %.

Pero... ¿Cómo podemos prevenir el riesgo cardiovascular? Para controlar estas causas, la Organización Mundial de la Salud insiste en la importancia de adquirir hábitos saludables en la dieta: consumir abundantes frutas, verduras y hortalizas (al menos cinco raciones de forma semanal), cereales integrales, carnes magras, pescado y legumbres, así como limitar la sal (menos de una cucharilla al día) y el azúcar. Una alimentación sana

CONTROLAR EL RITMO CARDÍACO PARA COMBATIR LA MUERTE SÚBITA

El corazón se suele comparar, además de con una 'bomba', con una pila, ya que precisa de un impulso eléctrico para lograr contraerse de forma constante y organizada. Esta electricidad es generada por el intercambio de iones (como el potasio, el sodio o el calcio) entre sus células y el medio extracelular que las rodea. De esta forma, el corazón se contrae por un conjunto de entradas y salidas de canales iónicos, es decir, de iones que entran en este músculo a partir de una serie de proteínas.

El canal de sodio es el que inicia el proceso, de manera que al entrar mucho sodio la célula cambia de potencial y empiezan las contracciones. Si hay demasiado se puede llegar a producir la contracción de una manera anómala y si hay poco, puede que ésta tarde en producirse. En la muerte súbita, definida por los expertos como la aparición repentina de una parada cardíaca en personas aparentemente sanas, se produce, precisamente, un fallo en esa señal eléctrica que

se manifiesta en la presencia de una alteración del ritmo cardíaco (arritmia o fibrilación ventricular) que impide al corazón funcionar de forma correcta.

En este sentido, señalan los especialistas, cuando la muerte súbita se produce en jóvenes (Síndrome de Brugada o Síndrome QT largo), suele estar provocada por alguna alteración en los canales iónicos cuyo origen es genético. “Es el caso conocido de algunos jugadores de fútbol, que sin saber que tenían una predisposición en los genes, han sometido a su corazón a un estrés crónico, sobredimensionándolo. Éste de pronto se bloquea y sufre un síncope, pero desconocemos el desencadenante”, comenta Diego Franco, quien precisamente centra en este tipo de patologías algunas de sus últimas investigaciones. “Hemos avanzado en sus bases genéticas, pero de 100 personas solo podemos hacer el diagnóstico genético del 30 % de los casos, para el 70% restante no somos capaces de encontrar una explicación”, lamenta el investigador.

Por su arquitectura y su función, el corazón es un órgano muy complejo. Durante los últimos 15 años se creó una gran expectación sobre las posibilidades regenerativas de la terapia celular, pero tal y como reconoce este experto, no dieron los resultados esperados. “Ahora se está intentando remodelar la función cardíaca con moléculas denominadas MicroRNA (aquellas que intervienen en la formación del canal de sodio), que son más versátiles, fáciles de administrar y resistentes. La investigación es muy incipiente, pero son muy prometedoras”, apunta el experto. En ello trabaja junto a su grupo de Biología Molecular y Fisiopatologías Cardíacas de la Universidad de Jaén, quienes ya han patentado dos tipos de estas moléculas: una que consigue producir más proteínas y otra menos. “Pensamos que modulando el canal sódico podremos controlar el flujo de sodio y, por tanto, el ritmo cardíaco para evitar este tipo de muertes”, afirma, esperanzador, Diego Franco.



Diego Franco / Fuente: Universidad de Jaén.

a la que se debe sumar la práctica, como mínimo, de 30 minutos diarios de actividad física, lo que ayuda a mantener el sistema cardiovascular 'en forma'. De hecho, apuntan los expertos, hacerlo hasta 60 minutos casi todos los días de la semana, permite, además, mantener un peso normal y adecuado.

La erradicación del tabaco es clave y tiene una 'recompensa' rápida porque el riesgo de sufrir una enfermedad cardiovascular disminuye inmediatamente después de dejar de consumirlo, reduciéndose a la mitad en tan solo un año. Además, el consumo de alcohol debe realizarse con mucha moderación. La última de las recomendaciones, señala la Organización Mundial de la Salud, es controlar el riesgo individual, algo que pueden estimar los profesionales sanitarios 'midiendo' tanto la tensión arterial, como los lípidos y el azúcar en

la sangre. En este sentido, la [Fundación Española del Corazón](#) permite, desde su página web, calcular ese riesgo mediante un [sencillo test](#).

La erradicación del tabaco es clave y tiene una 'recompensa' rápida porque el riesgo de sufrir una enfermedad cardiovascular disminuye inmediatamente después de dejar de consumirlo, reduciéndose a la mitad en tan solo un año.

Por último, en cuanto al estrés, concluye Diego Franco, no lo considera per se un factor de alto riesgo cardiovascular: "Es cuando se suma a la predisposición genética cuando puede desencadenar un problema o cuando se trata de un estado sostenido en el tiempo o crónico". |

EN EL PRÓXIMO NÚMERO...



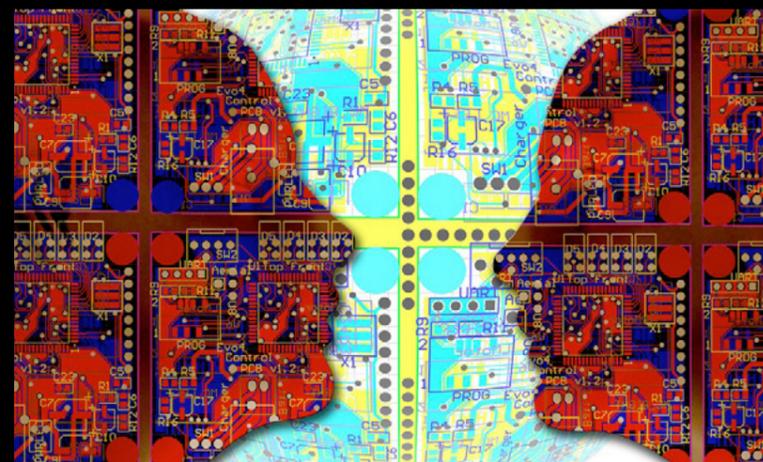
Taller de alimentación organizado por la Escuela Andaluza de Salud Pública.

Mirador: el día a día del cáncer



Agnès Gruart Masso.

Perfiles: Agnès Gruart, catedrática de Fisiología de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla



Inteligencia Artificial.

Respuestas: ¿Pueden ser Inteligentes las máquinas?

Francisco Herrera, catedrático del departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial de la Universidad de Granada.

EQUIPO

DIRECCIÓN CIENTÍFICA | CONSEJO EDITORIAL

EUGENIO DOMÍNGUEZ VILCHES

Contacto:

E-mail: edominguez@uco.es

DIRECCIÓN EDITORIAL | CONSEJO EDITORIAL

JOSÉ MARÍA MONTERO SANDOVAL

Contacto:

E-mail: redaccion@fundaciondescubre.es

CONSEJO EDITORIAL

TERESA CRUZ SÁNCHEZ

Contacto:

Email: teresa.cruz@fundaciondescubre.es

IGNACIO GIL-BERMEJO BETHENCOURT

Contacto:

igilbermejo@gmail.com

CAROLINA MOYA CASTILLO

Contacto:

E-mail: carolina.moya@fundaciondescubre.es

COORDINACIÓN DE CONTENIDOS

JOSÉ TEODORO DEL POZO CRUZ

Contacto:

Email: redaccion@fundaciondescubre.es

REDACCIÓN

María José Llobregat

Ana Soria Catalán

Luz Rodríguez Herrera

José Teodoro del Pozo Cruz

DISEÑO

Teresa Escobedo

Revista iDescubre

<https://idescubre.fundaciondescubre.es>

ISSN 2444-6920

REVISTA FUNDADA EN 2015

Edita:

DESQBRE
FUNDACIÓN



ENCONTRARÁS EN DESCUBRE



¿Quieres colaborar?

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