



# red.escubre

Boletín de noticias científicas y culturales

Publicación Quincenal

Del 4 al 21 de febrero de 2013

nº 7

## La 'explosión' del Cámbrico: la mayor radiación evolutiva de la historia de la Tierra

Imaginen un mar con animales de cinco ojos y una trompa para cazar, o artrópodos nadadores de más de un metro de longitud, una boca circular con varias placas dentadas y dos robustas patas de afiladas espinas en la cabeza acechando a sus presas... Imaginen un mar sin peces, ni estrellas, ni caracolas... y unos continentes inertes, arrasados por el sol... No se trata de una película de ciencia-ficción: es nuestro propio planeta hace 500 millones de años!



## Contenido

### Medio Ambiente

- |  |   |
|--|---|
| La explosión del cámbrico                            | 2 |
| Incremento de la frecuencia de temperaturas extremas | 4 |

### Salud

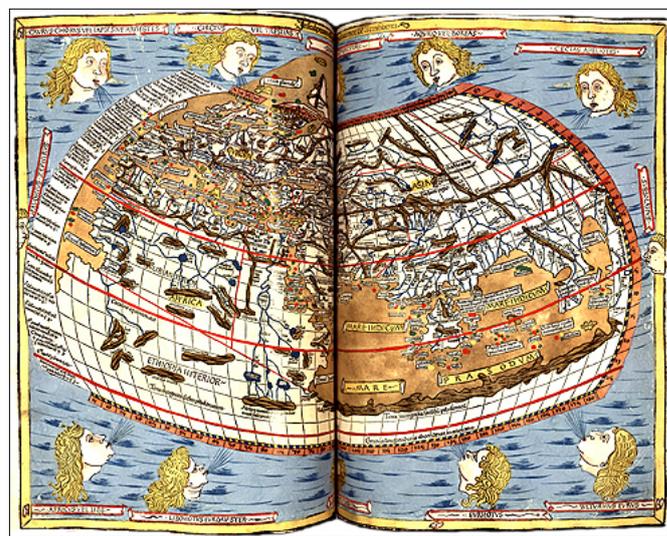
- |  |   |
|--|---|
| Terapia génica para el tratamiento de enfermedades hereditarias  | 6 |
| El estrés crónico en cuidadores de personas mayores dependientes | 9 |

### Ciencia

- |   |    |
|---|----|
| Terremotos pequeños pero destructivos en el sudeste de España | 11 |
|---|----|

### Cultura

- |   |    |
|---|----|
| Tesoros bibliográficos: Cosmografía de Ptolomeo | 14 |
|---|----|



## Cosmografía (intérprete Jacobo Angelo. De locis ac mirabilibus mundi.1486) Ptolomeo, Claudio

La Geographia de Claudio Ptolomeo fue el único trabajo cartográfico salvado de la destrucción general de la literatura antigua y uno de los textos clásicos que mayor influencia ejerció en el desarrollo de la geografía moderna.

### La 'explosión' del Cámbrico: la mayor radiación evolutiva de la historia de la Tierra

Imaginen un mar con animales de cinco ojos y una trompa para cazar, o artrópodos nadadores de más de un metro de longitud, una boca circular con varias placas dentadas y dos robustas patas de afiladas espinas en la cabeza acechando a sus presas... Imaginen un mar sin peces, ni estrellas, ni caracolas... y unos continentes inertes, arrasados por el sol... No se trata de una película de ciencia-ficción: ¡es nuestro propio planeta hace 500 millones de años! En esa época tuvo lugar la mayor radiación de biodiversidad conocida, y en esto trabaja **Diego García-Bellido Capdevila** ([www.adelaide.edu.au/directory/diego.garcia-bellido](http://www.adelaide.edu.au/directory/diego.garcia-bellido)), del **Departamento de Geología Sedimentaria y Cambio Medio Ambiental del Instituto de Geociencias (Centro Mixto CSIC-Universidad Complutense)**, y actualmente contratado por la Universidad de Adelaida (Australia). Esta gran radiación fue especialmente significativa en lo que respecta a la más alta jerarquización de seres vivos, ya que surgieron casi todos los grandes grupos animales ("filos") como Moluscos, Artrópodos, Equinodermos, Cordados y el 75% de los subgrupos de rango algo menor ("clases"), como podrían ser hoy en día los Insectos entre los Artrópodos, o los Bivalvos entre los Moluscos. También se dio una escalada en la abundancia de plancton, una generalización de los esqueletos mineralizados, la formación de los primeros arrecifes, una explotación de capas no superficiales del sustrato (se empieza a excavar el fondo marino para obtener alimento), así como el comienzo de las interacciones ecológicas complejas (depredación, parasitismo...) y con ellas el establecimiento de las cadenas tróficas

que conocemos en la actualidad. Este evento, que duró unos 20 millones de años, se conoce como la 'Explosión' cámbrica, por el periodo geológico en que tuvo lugar. Esta aparición casi súbita de casi todos los metazoos (organismos multicelulares heterótrofos, o "animales") ya supuso un conflicto para Charles Darwin, que reconoció la dificultad de encajar dicha rapidez con los cambios graduales que él postulaba en su teoría de la evolución de las especies por selección natural, y lo atribuyó al registro fósil, bastante incompleto en ese momento. Pero esto no constituye un grave problema hoy en día, ya que conocemos bien otras radiaciones evolutivas que se han dado en pocos millones de años a partir de un evento de extinción masiva, como en los del Pérmico-Triásico –que acabó con el 95% de las especies marinas– o del Cretácico-Terciario –en el que desaparecieron, entre otros muchos grupos, los dinosaurios, pterosaurios y ammonites–. Sin embargo, ninguna de esas radiaciones post-extinción fueron de



**El gran depredador de los mares del Cámbrico: *Anomalocaris*. Dibujo basado en *A. briggsi*, de Emu Bay Shale (Australia) cortesía de Katrina Kenny.**

la magnitud de la que se dio en el Cámbrico. Son varias las razones que se aluden para explicar la 'explosión' cámbrica. Algunas son ambientales o extrínsecas, como un aumento del nivel de oxígeno en el agua, la fractura del megacontinente Pannotia (aumentando el perímetro costero global y permitiendo la recirculación marina con nuevas corrientes), así como el final de la última gran glaciación global (Gaskiers) y, en consecuencia, un aumento generalizado del nivel del mar, produciendo abundantes zonas someras, que –como en la actualidad– son las más ricas en biodiversidad. Otras son intrínsecas a los animales, como por ejemplo la capacidad de biomineralizar (captar minerales del ambiente para depositarlos dentro del cuerpo a modo de sustentación o defensa), la aparición de los genes HOX (que regulan su desarrollo, definiendo aspectos tan importantes como la

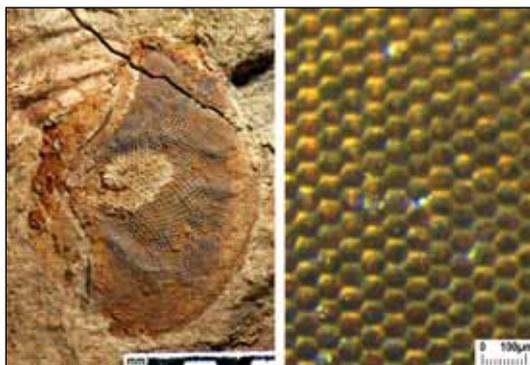
diferenciación celular, los ejes dorso-ventral, antero-posterior y próximo-distal ...) o la del "barril ecológico vacío", ya que antes del Cámbrico la inmensa mayoría de los nichos ecológicos (o "modos de vida", en sentido amplio) estaban aún por ocupar...

¿Cómo podemos conocer las dimensiones de la 'explosión' cámbrica? Por una parte, se aprecia una súbita aparición de elementos esqueléticos, en su mayoría microscópicos, pero que pronto aumentan en tamaño y diversidad de formas, hasta tener en casi todos los continentes de esa época elementos bien reconocibles, como los pertenecientes a trilobites, moluscos, braquiópodos y equinodermos. Sin embargo, existen lugares donde se preservan también los fósiles de organismos sin partes mineralizadas: estas localidades son conocidas como *Konservat-Lagerstätten*, y ofrecen muchos más datos sobre la comunidades de ese momento que aquéllas en los que los restos fósiles son exclusivamente conchas o caparazones. Son especialmente importantes las del Cámbrico, ya que no solo la mayoría de aquellos

animales carecía de esqueletos internos o externos (se estima que hasta el 80% de la biodiversidad), sino que además, se conservan partes tan delicadas como ojos (ver imagen), branquias, músculos, tubos digestivos, piel... ¡¡¡incluso vasos sanguíneos y el tejido nervioso!!!. La primera localidad cámbrica con fósiles de este tipo que se descubrió fue Burgess Shale en Canadá, pero han aparecido en las últimas décadas otras nuevas como Chengjiang y

Kailí en China, Emu Bay Shale en Australia, o Sirius Passet en Groenlandia. La diversidad conocida en la actualidad entre tan solo este puñado de localidades asciende a casi 500 especies distintas, pero están ya representados casi todos los filos actuales. Y esto es solo la punta del iceberg: se estima, basado en la proporción entre animales con esqueletos y aquellos de cuerpo blando, y extrapolando al registro conocido para los primeros a lo largo de este periodo, que la biodiversidad a nivel de especie creció entre dos y tres órdenes de magnitud durante la 'explosión' del Cámbrico y subsiguientes millones de años.

Como ocurre con la historia del hombre, conforme retrocedemos en el tiempo cada vez encontramos menos puntos en común con nuestro mundo: un coche de caballos, una pirámide, unas pinturas rupestres... Por lo general, en la evolución del mundo animal y vegetal ocurre lo mismo: los mamuts de entre 4.000 años y 5 millones de años atrás (Cuaternario y Neógeno), los dinosaurios de hace 65-230 millones de años (Mesozoico), o las libélulas gigantes de hace unos 300 millones de años (Carbonífero)... Un poco más atrás en el tiempo, y ya hay que ser un ávido coleccionista de fósiles o un paleontólogo profesional para poder reconocer los organismos que habitaron la Tierra. Sin embargo, de los 4.500 millones de años que tiene nuestro planeta, seis séptimas partes no presentan evidencia de vida o ésta corresponde exclusivamente a vida unicelular.



**Ojo compuesto fósil, con más de 3.000 lentes, de un artópodo indeterminado de Emu Bay Shale (Australia), y detalle de un ojo de libélula actual.**

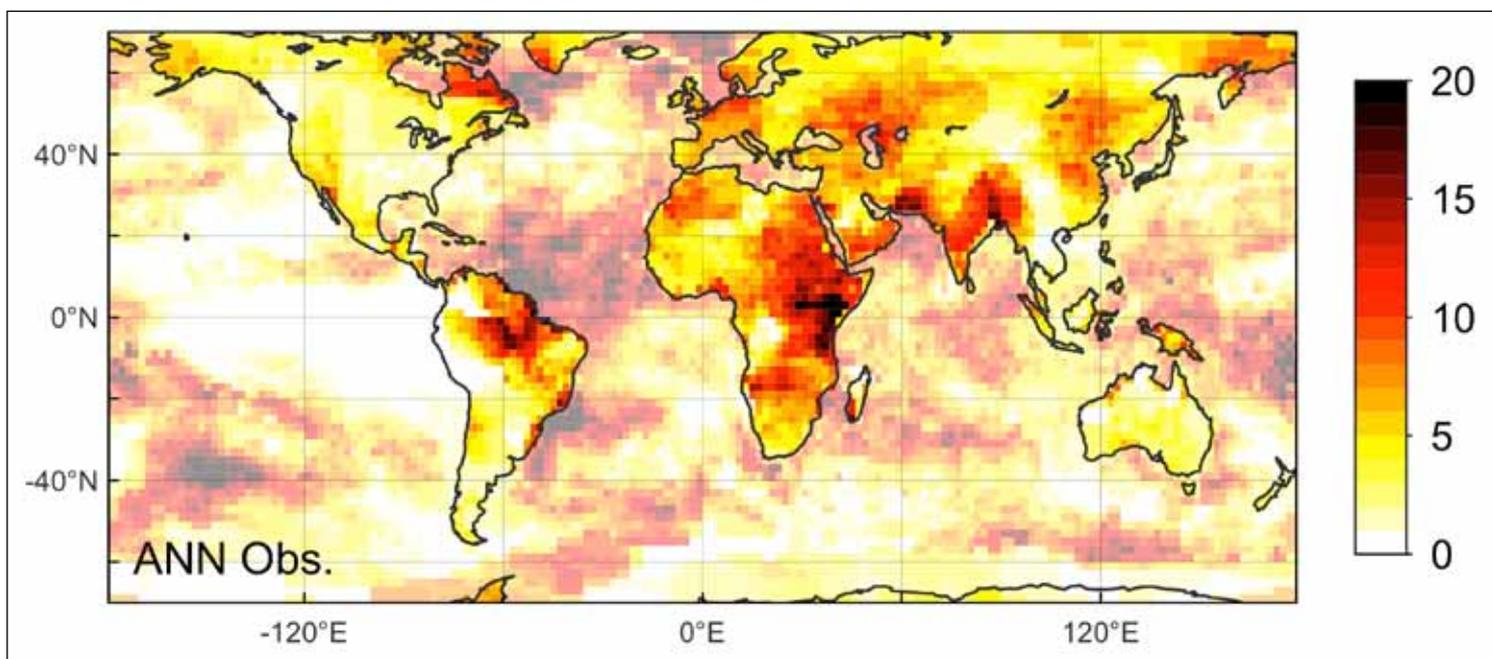
## Se incrementa el número de récords mensuales de temperatura

La aparición de temperaturas mensuales extremas se ha vuelto más frecuente en la última década. Así lo atestiguan las medidas tomadas alrededor del globo terrestre y analizadas por un equipo de investigadores de la Universidad **Complutense** y del Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK). Según este trabajo, publicado en la revista **Climatic Change** (<http://link.springer.com/article/10.1007/s10584-012-0668-1>) los meses cálidos que registran récords de temperatura son, de media, cinco veces más numerosos de lo que cabría esperar sin la tendencia al alza ocasionada por el cambio climático. En algunas partes de Europa, África y el sur de Asia, el número de récords mensuales se ha incrementado incluso en un factor diez. El 80% de estos récords mensuales en las temperaturas no se habrían producido sin la influencia humana en el clima terrestre, según concluyen los autores entre los que se encuentra

**Alexander Robinson** de la **Facultad de Ciencias Físicas** de la Universidad **Complutense**.

En la última década se han producido olas de calor sin precedentes como está sucediendo ahora en Australia y ya sucedió en el año 2009, o como pasó en Estados Unidos en 2012, en Rusia en 2010 o en Europa en 2003. Las altas temperaturas extremas causan grandes incendios forestales, pérdidas de cosechas e incluso muertes.

El estudio se apoya en el análisis de los datos de 131 años de temperaturas mensuales facilitados por la NASA, distribuidos en 12.000 puntos alrededor del mundo. A partir de estos datos, los investigadores han desarrollado un complejo modelo estadístico que explica el aumento en el número de extremos como una consecuencia de la tendencia a largo plazo de las temperaturas inducida por el Calentamiento Global. Este aumento ha sido particularmente pronunciado a lo largo de los últimos 40 años, debido a un incremento en la tendencia del cambio climático. Superpuestos a este incremento en la tendencia media, los datos muestran los efectos de la variabilidad natural, con un número mayor de récords en las tempe-



**Incremento en el número anual de récords cálidos en las temperaturas mensuales durante la última década, debidos al cambio climático. Gráfica elaborada por Alexander Robinson**

raturas durante los años en los que se produce el fenómeno de El Niño. Sin embargo, según los investigadores del estudio esta variabilidad natural no explica el subyacente incremento sustancial en el número de extremos.

Si el calentamiento global continúa al ritmo observado, la investigación prevé que en 30 años el número de récords podría ser de hasta 12 veces superior al que se daría sin el cambio climático. Pero es más, *"si nos situamos en la década de 2040, para ser considerados nuevos récords las temperaturas tendrán que superar aquellos récords registrados en las dos décadas anteriores, lo que supondrá temperaturas extremadamente altas nunca antes vividas"*, explica **Dim Coumou** del Potsdam Institute for Climate Impact Research. Y esto se refiere a la media global, por lo que esta situación se agravará en ciertas

regiones de la Tierra. Como señala **Alexander Robinson**, investigador del equipo de la Universidad Complutense (<http://www.palma-ucm.es>), *"los resultados son otra confirmación definitiva de que el cambio climático ya ha empezado a tener un gran efecto en la sociedad, y de que el efecto será todavía más profundo en el futuro"*.

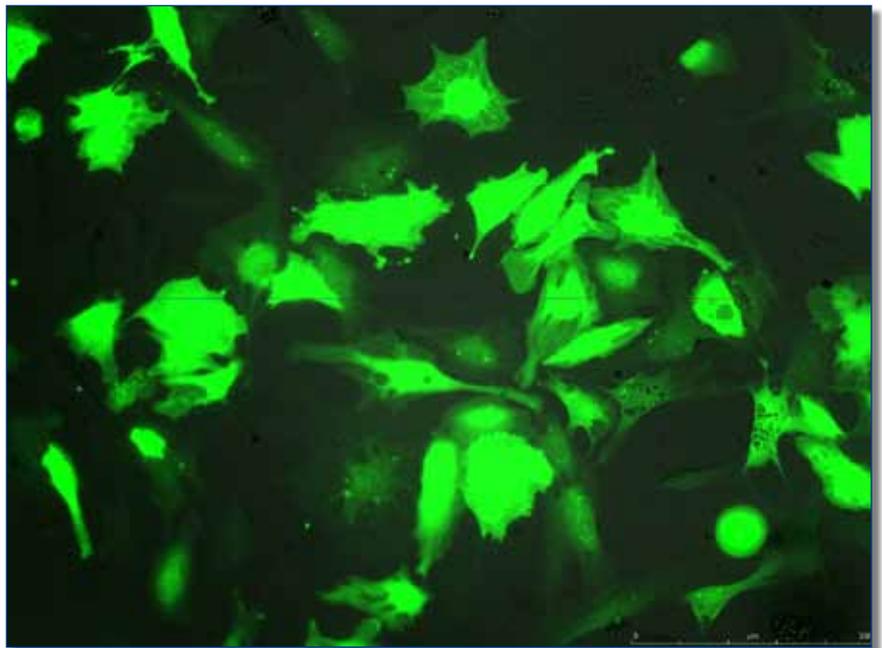
Por sí solas las estadísticas no pueden decirnos cuál es la causa de una ola de calor en particular, pero sin embargo lo que muestran es un amplio y sistemático incremento en el número de récords debido al cambio climático. Según esta investigación, actualmente este incremento es ya tan acusado que la mayoría de los récords mensuales en las temperaturas son debidos al calentamiento global. Los datos analizados indican que solamente una pequeña parte de estos extremos se habría producido de forma natural.

## Terapia génica sin la utilización de virus para el tratamiento de enfermedades humanas hereditarias

Establecer protocolos de Terapias Avanzadas, esencialmente de Terapia Génica y Celular dirigidos al tratamiento potencial y futuro de distintas patologías humanas hereditarias, es el objetivo del **Grupo de Investigación de Terapias Avanzadas, Génica y Celular** que dirige el Dr. **Antonio Liras** (<http://linneo.bio.ucm.es/aliras/alirascv.html>) Profesor de **Fisiología** en el **Departamento de Fisiología** de la **Facultad de Ciencias Biológicas** de la Universidad **Complutense**. Los estudios se dirigen a enfermedades raras pero fundamentalmente aquellas que son monogénicas ya que éstas son más adecuadas para este tipo de estrategias. De forma específica se está ensayando con determinadas coagulopatías congénitas como la Hemofilia. Con este Grupo de Investigación colaboran la Real Fundación Victoria Eugenia, la Unidad de Terapia Celular y Medicina Regenerativa del Instituto de Investigación Sanitaria Idi PAZ del Hospital Universitario La Paz de Madrid y la Unidad de Terapia Celular del Hospital Clínico Veterinario Complutense. Este grupo forma parte del **Campus de Excelencia Internacional Moncloa** dentro del cluster i-Health-Medicina Innovadora.

La Hemofilia es un trastorno hereditario de carácter

recesivo ligado al cromosoma X, que cursa con una deficiencia de factor VIII de la coagulación (Hemofilia A) o de factor IX (Hemofilia B), variando el fenotipo de la enfermedad desde grave cuando los niveles de factor son menores al 1% del valor normal, moderado entre el 1 y 5% y leve entre el 5% y el 40%. Al igual que otras enfermedades raras la Hemofilia es una enfermedad crónica y representa un importante gasto sanitario y farmacéutico para su tratamiento lo que se traduce en que en aquellos países con menos recursos económicos sea mayor la tasa de morbi-mortalidad. En la actualidad, su



**Células transfectadas positivas que producen la proteína terapéutica**

tratamiento es óptimo y se basa en la administración exógena por vía intravenosa de factores de la coagulación de origen plasmático humano de alta pureza o de origen recombinante de última generación que no presentan proteínas de origen humano o animal.



**Obtención de células madre mesenquimales humanas a partir de liposucciones.**

A largo plazo los esfuerzos se centran en el desarrollo de las Terapias Avanzadas, especialmente las estrategias de Terapia Génica —mediante la utilización de vectores virales adenoasociados y lentivirales— y de Terapia Celular utilizando células madre adultas o células pluripotentes inducidas. La Hemofilia, como otras enfermedades hereditarias, es una enfermedad muy adecuada para ser tratada mediante protocolos basados en las Terapias Avanzadas por ser de origen monogénico (defecto en un solo gen), por requerir unos bajos niveles de factor coagulante para presentar un fenotipo moderado-leve sin necesidad de regulación de la expresión y, además, por disponer para la experimentación de una gran variedad de modelos patológicos animales.

Los grandes avances en Terapia Génica se están obteniendo mediante el uso de vectores virales para introducir el gen terapéutico, pero estos vectores presentan multitud de inconvenientes en lo que respecta a la seguridad. Por ello se han descartado los vectores retrovirales por su potencial cancerígeno y los vectores adenovirales por su gran inducción a la aparición de fenómenos anafilácticos graves. En estos momentos las esperanzas están

puestas en los vectores virales adenoasociados y en los vectores lentivirales. Aun así, se deben conseguir superar inconvenientes de seguridad como son las consecuencias de la integración del genoma viral en el genoma de las células, la respuesta inmunológica de rechazo frente a la cápsida del virus y los efectos hepatotóxicos derivados.

Partiendo de esta premisa el objetivo del grupo del Dr. **Liras** ha sido establecer una estrategia de Terapia Génica no viral con una menor eficacia de transfección y unos menores niveles y tiempos de expresi-

ón, pero apostando por una máxima seguridad. En el caso de la Hemofilia por sus características peculiares, unos niveles, por ejemplo, del 5% del nivel normal y unos tiempos de expresión de meses ya sería un gran éxito, teniendo en cuenta que un fenotipo moderado-leve es compatible con una calidad de vida casi normal y, por otra parte, una expresión de meses sería una gran ventaja terapéutica frente a la administración intravenosa de hasta tres veces por semana del tratamiento profiláctico actual. Por otro lado, esta población de enfermos se ha visto mermada por las infecciones virales por el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) y por el de la hepatitis C (VHC) por lo que la propuesta de una terapia sin la utilización de virus será, sin lugar a dudas, mejor aceptada tanto por los pacientes como por los médicos que los tratan.

Los resultados obtenidos representan un hito en este tipo de estrategias en Terapia Génica. Mediante transfección no viral por nucleofección se ha logrado introducir el gen que codifica el factor IX humano de la coagulación en células madre mesenquimales humanas adultas obtenidas a partir de la grasa que se recupera de liposucciones. Estas células que se obtienen y caracterizan fácilmente, son capaces,

después de transfectadas, de producir una proteína que en su estado de células no diferenciadas, pero multipotenciales, no la expresan. De esta forma se ha conseguido, por primera vez, la producción de factor IX de la coagulación, que es deficiente en pacientes de Hemofilia B, en los medios de cultivo de estas células en etapas iniciales de estudios in vitro. La segunda fase de la experimentación que es la realmente relevante y que abre una posible aplicación en clínica, ha consistido en la reimplantación de estas células, modificadas genéticamente y que producen factor IX, en ratones mediante perfusión directa por vía intravenosa o mediante microtrasplante (inyección intra hepática en parénquima). Los resultados han sido extraordinarios ya que tras 48 horas desde la implantación de las células, se han detectado niveles circulantes de factor IX humano en el plasma del ratón.

Los objetivos futuros se centrarán en ampliar el tiempo de expresión de la proteína mediante el uso de secuencias de localización nuclear, el uso de conjugados con importina y con péptidos esteroides. Además, se ensayarán nuevos biomateriales, en colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid, con el objeto de incluir las células en andamiajes o soportes biológicos que faciliten el anidamiento y mantenimiento, a más largo plazo, de estas células productoras.

La relevancia de estos estudios se basa en que estas estrategias se podrían aplicar a otras patologías hereditarias humanas de similares características

moleculares y clínicas, siempre intentando encontrar y sopesar un equilibrio entre los niveles de expresión relacionados con un determinado fenotipo de la enfermedad y el tiempo de producción, con el efecto terapéutico, aunque éste fuera subóptimo, pero que implicara o conllevara una mejora en la calidad de vida del paciente. Estas estrategias que combinan Terapia Génica no viral con Terapia Celular son, sin lugar a dudas, más seguras, ya que se manipulan las células ex vivo fuera del paciente y no se utilizan virus como vectores de transfección. Por otro lado, permiten los trasplantes autólogos reutilizando las propias células del paciente sanas (en el caso de mosaicismo) o el trasplante alogénico entre distintos individuos especialmente con el uso de células madre mesenquimales (utilizadas en estos estudios) que no producen rechazo inmunológico al carecer de los antígenos del complejo mayor de histocompatibilidad I y II.

Esta actividad investigadora le ha valido al Grupo del Dr. **Liras** importantes premios y reconocimientos, como el Premio ConfiHe concedido por Baxter BioScience Spain a proyectos de investigación, a la innovación y excelencia en el ámbito de la Hemofilia, el Premio concedido por la Sociedad Española de Trombosis y Hemostasia al proyecto más innovador de investigación en Hemofilia 2007 y el Premio Internacional de Investigación Duquesa de Soria 2010, en la modalidad de grupos de prestigio internacional de investigación en Hemofilia

## El estrés crónico en los cuidadores de personas mayores dependientes

El cuidado de personas dependientes en el entorno familiar, y particularmente el cuidado de personas con demencia, constituye el prototipo de situación de estrés crónico que a menudo afectan la salud física y psicológica de los cuidadores. Un estudio del **Departamento de Personalidad, Evaluación y Tratamiento Psicológico I. (Psicología Clínica)** de la **Facultad de Psicología** de la Universidad **Complutense**, elaborado por **María Crespo** y **Violeta Fernández-Lansac** evalúa la

*resiliencia* –capacidad humana de asumir situaciones límite y sobreponerse a ellas- en cuidadores de mayores dependientes, poniendo de manifiesto la importancia de desarrollar esta capacidad para evitar el desánimo y la depresión de los cuidadores.

El análisis de los testimonios de las víctimas que han sufrido algún tipo de *acontecimiento traumático* (ya sea una catástrofe natural, un

atentado terrorista o la violencia por parte de la propia pareja) hace patente que existen distintas *trayectorias* en la reacción ante estas situaciones. A veces las víctimas de estos dramáticos sucesos presentan graves dificultades para superar lo que ocurrió y permanecen ancladas en un recuerdo que les impide seguir adelante con sus vidas. Estas personas requerirán en muchos casos un tratamiento especializado que les ayude a combatir los síntomas

psicológicos que pueden emerger inmediatamente después, o pasado un tiempo, de la tragedia. No obstante, y aunque la Psicología tradicionalmente se ha centrado en estos casos, existen patrones de evolución más positiva que nos ofrecen una visión más optimista. Así, muchas personas, aún con sus altibajos, y con el sufrimiento lógico que suponen este tipo de catástrofes, consiguen mirar hacia adelante e incluso obtener un crecimiento personal de su experiencia. Son personas que han logrado superar la adversidad.

En contra de lo que cabría esperar, los datos nos ponen repetidamente de manifiesto que ante los acontecimientos traumáticos, los seres humanos tendemos a reaccionar adaptándonos, lo que no

quiere decir de ningún modo que esa adaptación sea fácil. Entonces, ¿qué hace que unas personas logren vivir con lo sucedido mientras que otras no? Obviamente la atención profesional ayuda, pero existen también una serie de características y capacidades personales que facilitan a la víctima el proceso de adaptación.

Esas características se engloban bajo la denominación de

resiliencia e incluyen aspectos tales como la confianza en la propia competencia, la tenacidad, la tolerancia a las emociones desagradables, la aceptación de los cambios como retos u oportunidades, la sensación de control sobre lo que sucede alrededor, o las relaciones de seguridad y confianza con los demás.

Hasta la fecha los patrones de evolución y las características que promueven la adaptación se han



**Los cuidadores resilientes. Superando el estrés**  
**Fuente: Violeta Fernández-Lansac (UCM)**

estudiado fundamentalmente en personas que han sufrido acontecimientos traumáticos como los descritos. Pero ¿qué sucede con las personas que se ven sometidas a adversidades o dificultades de menor intensidad pero de gran cronicidad?

### La resiliencia en los cuidadores de personas mayores dependientes

Las personas dependientes, máxime cuando van asociadas a algún tipo de demencia conforman un escenario en el que las demandas son constantes y cambiantes, surgiendo siempre nuevas tareas y problemas que afrontar, que requieren buenas dosis de tiempo y se extienden durante largos periodos. Esto hace que los cuidadores, a menudo, terminan por ver afectada su salud física y psicológica, experimentando síntomas de ansiedad, depresión e inadaptación. No obstante, ser cuidador es una situación, y no una enfermedad, por lo que existen multitud de maneras de hacerla frente.

Conscientes de ello, el equipo de investigación se planteó la necesidad de estudiar cómo son las reacciones de los cuidadores y, de manera particular, qué sucede con aquellos que logran adaptarse exitosamente a su situación. Con este objetivo se entrevistó a 111 cuidadores (sobre todo hijos y cónyuges) de personas mayores con demencia (86,5%) u otra enfermedad, y que llevaban ejerciendo este rol un promedio de 4,5 años. Ante tan duras demandas, no es de extrañar que casi la mitad de los cuidadores presentaran niveles problemáticos de ansiedad (49%) o depresión (47%), llegando a un 71% los que manifestaban tener alguna limitación o dificultad en su vida cotidiana (e.g. trabajo, pareja, amigos). Es más, un 36% de los cuidadores consumía algún tipo de psicofármaco (ansiolíticos y antidepresivos, principalmente), cifra muy superior a la encontrada en población general, en la que el consumo se sitúa en torno al 12%. Otra cara, sin embargo, la ofrecían el 60% de los cuidadores, personas que aún sometidas a elevados niveles de estrés, no presentaban

los esperados problemas de ansiedad o depresión, logrando lo que puede considerarse una adaptación emocional exitosa a la situación.

Como sucede en otras poblaciones, se esperó que la capacidad de resiliencia de los cuidadores (definida en función de sus puntuaciones en las dimensiones: competencia personal; confianza en la propia intuición y tolerancia a la adversidad; aceptación positiva del cambio; control; y espiritualidad) actuase como factor de protección, permitiéndoles afrontar la situación de asistencia, sin graves consecuencias emocionales. Si bien los cuidadores obtuvieron menores puntuaciones en resiliencia que otras poblaciones, tanto normales como psiquiátricas (a excepción de pacientes con Trastorno de Estrés Postraumático), los participantes del estudio rondaron en general valores moderados en esta variable, existiendo un 32,4% de cuidadores que manifestaban una elevada resiliencia.

Al analizar pormenorizadamente la relación entre la resiliencia de los cuidadores y su estado psicológico, se observó que, los cuidadores con alta resiliencia tenían 4,5 veces menos probabilidades de desarrollar un cuadro depresivo que los que tenían niveles bajos. Parece, pues, que las capacidades recogidas bajo la denominación de resiliencia constituyen un importante factor de protección ante el desarrollo de problemas de depresión, pero no necesariamente ante síntomas de ansiedad o adaptación.

El estudio nos muestra, en suma, que la confianza en lo que uno puede hacer ante la situación que vive, la consideración positiva de lo que ocurre, la sensación de control sobre el entorno,... son capacidades que protegen a los cuidadores de lo que constituye su mayor problema emocional: el desánimo y la depresión. Enseñar, desarrollar y potenciar estas capacidades constituye una estrategia fundamental para evitar que caigan en esa depresión que tan perniciosos efectos tiene no sólo para el propio cuidador, sino también para la persona mayor a la que presta ayuda.

### Terremotos pequeños pero destructivos en el SE de España

Desde hace tiempo sabemos que el sureste de la Península Ibérica es una región donde existen fallas activas que producen de manera relativamente frecuente terremotos pequeños y moderados (magnitud  $< 5,0$ ) y grandes terremotos catastróficos de magnitud mayor de 6 con una frecuencia media de

paleosísmicos en el sureste de la Cordillera Bética en colaboración con el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y las universidades de Barcelona y Rey Juan Carlos.

Los análisis paleosísmicos mediante la realización de excavaciones de trincheras sobre las fallas más activas de la zona y la datación numérica de paleoterremotos prehistóricos han permitido obtener parámetros de actividad como son la velocidad de movimiento, el terremoto máximo o el intervalo de

recurrencia de grandes terremotos en algunas fallas activas como la de Alhama de Murcia, Pozohondo, Carrascoy, etc. Una recopilación del estado del arte en este tipo de estudios puede consultarse en el monográfico "Active Faults in Iberia" publicado en la revista Journal of Iberian Geology, (<http://revistas.ucm.es/index.php/JIGE/issue/view/2254/showToc>).

Como resultado de estos trabajos se concluye que en el sureste de España existen varias fallas que han generado en el pasado terremotos de magnitud mayor



**Daños producidos por el terremoto de Lorca M 5,2 (11 de mayo de 2011)**

de 6,5 y posiblemente alguna de ellas mayor de 7,0. Si consideramos el efecto catastrófico que tuvo el terremoto de Lorca con una magnitud 5,2, no es necesario explicar los que podría ocasionar uno de 6,5. Debemos recordar que la escala de magnitudes es logarítmica, de modo que un terremoto de magnitud 6,5 libera la energía equivalente a 40 terremotos como el ocurrido en Lorca en 2011. Las grandes fallas activas (responsables de los grandes terremotos de magnitud  $> 6,0$ ) actúan

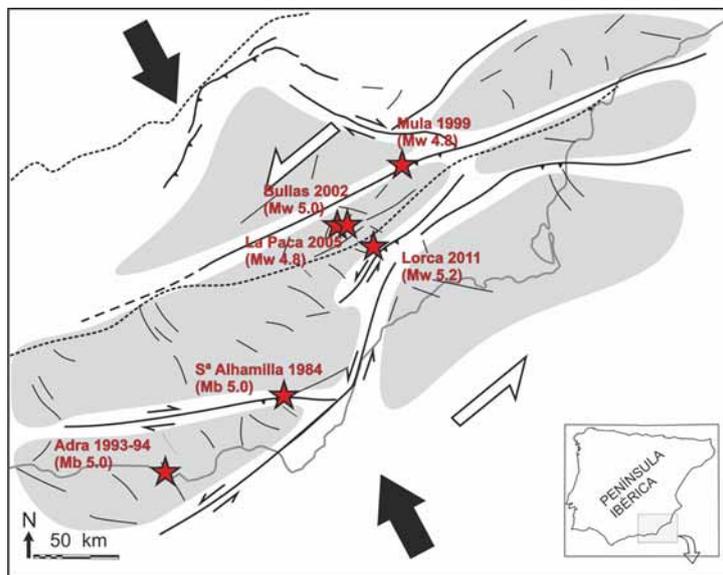
uno evento por siglo, siendo el último el ocurrido en 1884 en Arenas del Rey (Granada) que alcanzó una magnitud estimada alrededor de 6,5. El **Grupo de Tectónica Activa Paleosismicidad y Riesgos Asociados (TECTACT)** dirigido por los profesores **Jose J. Martínez-Díaz** y **Ramón Capote del Villar** que tiene su sede en el **Departamento de Geodinámica** de la **Facultad de Geología** de la **Universidad Complutense** viene realizando desde hace más de 20 años estudios sismotectónicos y

como válvulas de esfuerzos. Acumulan lentamente el esfuerzo que le transmite la deformación lenta de la corteza debida a los movimientos de las placas tectónicas, hasta que se alcanza un valor límite de esfuerzo de cizalla sobre el plano que hace que la falla se mueva de forma repentina "se abre la válvula" generándose el terremoto. Y el ciclo comienza de nuevo. La duración de este ciclo sísmico de esfuerzos puede ser variable e irregular, pero sabemos que está directamente relacionada con la velocidad de movimiento a largo plazo de la falla activa. Nuestras fallas activas son en general lentas, con valores de velocidad inferiores a 1 mm/año (la falla de San Andrés se mueve a unos 34 mm/año). Esto hace que la duración de sus ciclos sísmicos sea mucho mayor que en otras zonas de gran actividad sísmica, de modo que estaríamos hablando de intervalos de recurrencia entre grandes eventos del orden de miles de años. Esta es la principal razón por la que en España no tenemos la percepción social de que puedan ocurrir grandes terremotos destructivos. Sin embargo, la posibilidad de ocurrencia está ahí y por ello debe ser prioritaria la incorporación de los datos geológicos (localización de las fallas, magnitud máxima intervalo de recurrencia, etc.) en los cálculos de peligrosidad sísmica que sirven de base a las normativas de construcción sismo-resistente.

Hasta ahora nos hemos referido solo a los grandes terremotos de  $M > 6,0$ , y probablemente el lector tenga en mente lo dañino que fue el terremoto de Lorca cuya magnitud no pasó de 5.2. Efectivamente, si algo hemos aprendido de la actividad sísmica ocurrida en el sureste de España durante los últimos 20

años es que terremotos de magnitud baja como el de Lorca ( $M 5.2$ ) pueden llegar a ser catastróficos. Si consideramos que este tipo de terremotos es mucho más frecuente que los grandes terremotos de  $M > 6,0$  resulta evidente su importancia en el cálculo del riesgo sísmico.

El terremoto de Lorca es un ejemplo claro de ello. El terremoto principal de magnitud 5,2 causó 9 víctimas mortales, 300 heridos y daños severos en más de 1200 edificios de diversas tipologías, algunas de ellas muy modernas, induciendo pérdidas estimadas miles de millones de Euros. Sin embargo, a pesar de que la memoria histórica es especialmente corta en lo que se refiere a



**Terremotos pequeños pero dañinos ocurridos en época reciente**

terremotos dañinos, en los últimos 28 años han ocurrido 6 terremotos en el SE de la península que ocasionaron daños significativos. Esto implica una media de ocurrencia de un terremoto cada 4,6 años. Estamos por tanto ante un riesgo más asiduo de lo que solemos pensar.

La gravedad de los daños producidos por estos terremotos en las edificaciones y, por tanto, en las personas depende en gran medida de la proximidad de la localidad a la falla responsable del movimiento sísmico. En el caso de Lorca este hecho fue evidente. La fuente origen del terremoto de Lorca y las causas de su alto grado de destrucción ha sido estudiada por el **Grupo TECTACT** utilizando técnicas geológicas, sismológicas e interferometría de RADAR. Los resultados de estos estudios y de otros muchos realizados por diversos grupos han sido objeto de dos volúmenes monográficos, uno publicado por el Boletín geológico y Minero ([http://www.igme.es/internet/boletin/2012/123\\_4.htm](http://www.igme.es/internet/boletin/2012/123_4.htm)) y

otro publicado en la revista UCM Física de La Tierra (<http://revistas.ucm.es/index.php/FITE/issue/current/showToc>). Como principal conclusión puede destacarse que este terremoto fue tan dañino por dos razones, la cercanía a la ciudad de Lorca del segmento que generó el evento (un área de ruptura de unos 12 km<sup>2</sup>) dentro de la Falla de Alhama de Murcia y las características de la ruptura en la falla que se propagó lateralmente hacia la ciudad según un proceso de directividad de la ruptura. Este fenómeno generó un efecto en las ondas sísmicas equivalente al efecto Doppler de modo que la amplitud del movimiento del suelo en Lorca fue muy alta en un periodo de tiempo muy corto, generando un pulso de movimiento brusco que fue especialmente perjudicial para los edificios.

Terremotos anteriores también pequeños como los ocurridos en Adra en 1993, Mula en 1999 o La Paca en 2004 podrían haber generado efectos

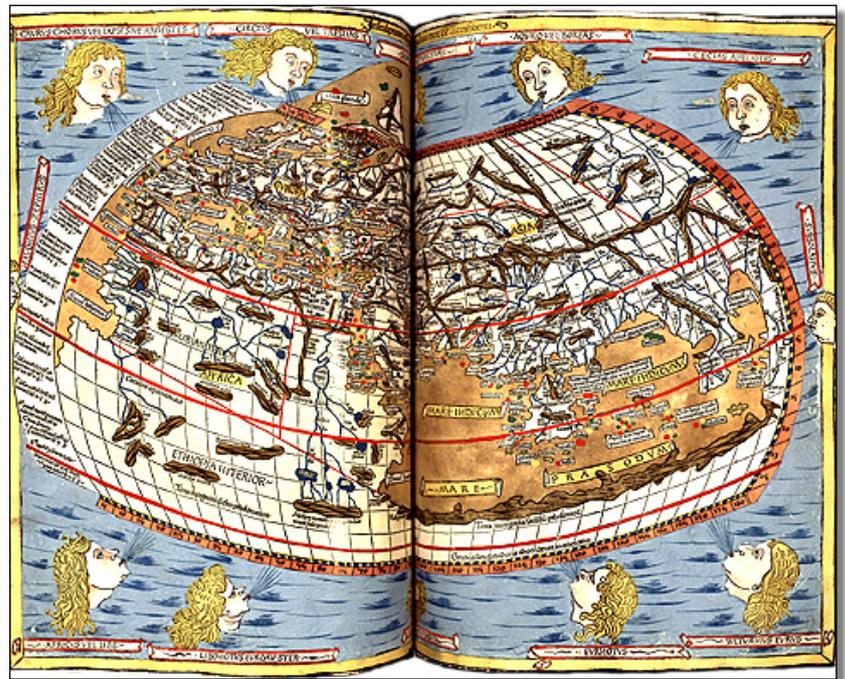
parecidos si la ruptura en las fallas se hubiera producido más cerca de las poblaciones. Este hecho nos lleva a considerar la extrema importancia que tiene para realizar una buena estimación de la peligrosidad y el riesgo sísmico la existencia de un mapa de fallas activas lo más completo posible, con una cartografía detallada de las trazas de las fallas, sobre todo en las proximidades de los núcleos de población, y que la distancia de los núcleos de población o emplazamientos a la falla activa más próxima, sea considerada en los cálculos del riesgo. El primer paso está en marcha gracias al esfuerzo desinteresado de un amplio colectivo de geólogos especializados en fallas activas a través de la base de datos QAFI: Quaternary Active Faults Database of Iberia v.2,0, mantenida por el IGME y accesible a la comunidad científica y al público en general <http://www.igme.es/infoigme/aplicaciones/qafi/>.

### Cosmografía (intérprete Jacobo Angelo. De locis ac mirabilibus mundi. 1486) Ptolomeo, Claudio

La Geographia de Claudio Ptolomeo fue el único trabajo cartográfico salvado de la destrucción general de la literatura antigua y uno de los textos clásicos que mayor influencia ejerció en el desarrollo de la geografía moderna. Desconocido para la ciencia medieval de Occidente, su redescubrimiento en los albores del Renacimiento y la invención de la imprenta favorecieron su difusión, convirtiéndolo en un auténtico éxito editorial. Entre las ediciones incunables destacan las de la ciudad alemana de Ulm de 1482 y 1486, las primeras al norte de los Alpes. Ambas toman como modelo la versión difundida por Dominus Nicolaus Germanus, con el texto según la traducción de Jacobus Angelus. Los mapas, estampados a doble folio, son xilografías un tanto toscas aunque claras. La edición de 1482, incorpora nuevos mapas a los 27 clásicos de la obra de Ptolomeo (Tabula Moderna Hispanie, Tabula Moderna Francie, Tabula Moderna Italie, Tabula Moderna Terre Sancte y Tabula Moderna Prussie, Livonie, Norbegie et Gotcie).

La edición de 1486, que acoge la Biblioteca Histórica de la Universidad **Complutense**, es una reimpresión que incluye como novedades importantes adiciones. Se introducen la división por capítulos y pequeñas correcciones del texto.

Al décimo capítulo del libro II se añade "Tabula Moderna, extra Ptolomeum posita" y se adjunta al quinto capítulo del libro III una "Tabula Moderna Prussie, Suecie, Norbegie, Gotcie et Russie, extra Ptolomeum posita" que contiene, en forma de texto explicativo de los nuevos mapas, una descripción geográfica del extremo noroeste del mundo antiguo, y ofrece 183 latitudes y longitudes de lugares de Escandinavia, Groenlandia, Alemania nororiental y Rusia noroccidental. La incorporación más valiosa es el "Registrum alphabeticum super octo libro a Ptolomei incipit feliciter" y, a pesar de que no tiene mucho rigor geográfico, precede al texto de Ptolomeo.



meo. Es una completa lista alfabética de los principales accidentes geográficos y de las ciudades pueblos o razas que se citan en la Geographia. Muchos de los lugares mencionados incluyen personajes

o hechos con ellos relacionados, dominando estas noticias las memorias de mártires o santos. Y lo que es más curioso, abundan también las explicaciones referentes a la situación política o eclesiástica o lingüística del siglo XV. Al final incluye un texto de gran popularidad en el siglo XV pero también de muy escaso interés geográfico: "*De locis ac mirabilibus mundi*". Se trata de un erudito y abigarrado tratado en que se enumeran islas, cabos, montes, ríos, vientos, pueblos, costumbres, lenguas y todo tipo de sucesos prodigiosos y que termina con la descripción y situación de los vientos y otra serie de fenómenos atmosféricos. Más etnográfico que

geográfico, funciona más bien como un capítulo de curiosidades.

Los mapas de la edición de 1486 son idénticos a los de 1482 y se imprimieron con las mismas matrices. Los grabados xilográficos van iluminados. De todos los mapas destaca por su belleza y riqueza colorista el Mapamundi que incluye algunos descubrimientos geográficos del Atlántico Norte (Islandia y Groelandia) reflejado con un añadido por encima del límite de las latitudes. Fuera del marco que encuadra el mapamundi, se pueden observar las representaciones de los vientos en forma de jóvenes que soplan directamente conforme a la tradición clásica.

# red.escubre

Boletín de noticias científicas y culturales

Si desea recibir este boletín en su correo electrónico envíe un mensaje a [gprensa@rect.ucm.es](mailto:gprensa@rect.ucm.es)

Diseño: Departamento de Estudios e Imagen Corporativa UCM

Realización: Gabinete de Comunicación UCM