

En la categoría de Cambio Climático

## Premio Fronteras del Conocimiento a James Zachos y Ellen Thomas por descubrir un 'efecto invernadero' de hace 56 millones de años que permite predecir los impactos destructivos del actual calentamiento global provocado por el ser humano

- **Los paleoclimatólogos galardonados identificaron un episodio anómalo** en la historia del planeta en el que se produjeron emisiones masivas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera por causas naturales, provocando un ascenso de la temperatura global de entre 5 y 6°C y una extinción masiva de especies en el océano profundo, lo que ha proporcionado “una analogía muy valiosa del cambio climático antropogénico”, según ha destacado el jurado
- **Sus hallazgos sobre el llamado Máximo Térmico del Paleoceno-Eoceno** han servido para verificar los modelos teóricos sobre el calentamiento global y demostrar “las potenciales implicaciones de una grave perturbación” en el clima del planeta, como la que se está produciendo en la actualidad debido a la actividad humana
- **El episodio acidificó los océanos y desencadenó una de las mayores extinciones** de organismos marinos profundos en la historia del planeta, por lo que sus descubridores lo consideran un “experimento natural” muy útil para predecir la evolución futura del actual calentamiento global desencadenado por la quema de combustibles fósiles
- **Ambos galardonados consideran que el impacto destructivo de aquel evento** debe servir como advertencia para reducir las actuales emisiones de gases de efecto invernadero y evitar así los peores escenarios del calentamiento global, como el aumento del nivel del mar, inundaciones, sequías, episodios climáticos extremos y pérdida de biodiversidad

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Cambio Climático ha sido concedido en su XV edición a los paleoclimatólogos James Zachos (Universidad de California

11 de enero de 2023

en Santa Cruz, EEUU) y Ellen Thomas (Universidad de Yale y Universidad de Wesleyan, EEUU) “por la trascendental contribución de ambos al descubrimiento de un importante evento natural en el registro fósil que ofrece una poderosa analogía del cambio climático antropogénico”, según ha destacado el acta del jurado.

En los años 90 del siglo pasado, Zachos y Thomas descubrieron un episodio anómalo en la historia del planeta en el que se produjeron emisiones masivas de CO<sub>2</sub> y metano a la atmósfera y la temperatura global ascendió entre 5 y 6 °C. El episodio, posiblemente provocado por actividad volcánica, volvió más ácidos los océanos y desencadenó una de las mayores extinciones conocidas de organismos de aguas profundas en la historia del planeta.

El efecto invernadero generado por el llamado Máximo Térmico del Paleoceno-Eoceno (PETM, por sus siglas en inglés), que ocurrió hace 56 millones de años, es comparable al actual cambio climático provocado por la quema de combustibles fósiles. Por ello, este episodio ha sido un referente clave para dar solidez a los modelos numéricos que se utilizan hoy en día para predecir la evolución futura del clima.

“La investigación de Zachos y Thomas ha sentado las bases para los modelos de predicción del cambio climático que se están utilizando en la actualidad”, explica Laia Alegret, catedrática de Paleontología en la Universidad de Zaragoza y académica de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, quien nominó a los investigadores al Premio Fronteras del Conocimiento.

El PETM se considera la mejor analogía geológica del cambio climático actual. Las similitudes en cuanto a emisiones de carbono, subida de las temperaturas y acidificación de los océanos, unidas al nivel de detalle con el que se conoce aquel episodio, permiten poner a prueba las predicciones que se deducen de los modelos numéricos para comprobar si funcionan. Por ello, constituye un “experimento natural” que ha sido clave para validar y acotar los modelos que se utilizan hoy en día para predecir la evolución futura del clima, según ha declarado el profesor Zachos en una entrevista concedida nada más conocer el fallo.

## **Un “libro de historia” sobre el clima del planeta**

El descubrimiento del PETM comenzó en 1987 con una expedición de perforación oceánica en la Antártida en la que participaba Thomas y, según destaca la premiada, sucedió por “serendipia”. Su misión a bordo, como experta en micropaleontología, era analizar las muestras de sedimento así obtenidas en busca de foraminíferos bentónicos, unos organismos

11 de enero de 2023

microscópicos que habitan en el fondo del mar.

Por la manera en la que se depositan, los sedimentos constituyen una suerte de libro de la historia del planeta, en el que las *páginas* o capas más profundas corresponden a las épocas más antiguas. Al dar con la capa que correspondía al límite entre el Paleoceno y el Eoceno, Thomas encontró cambios considerables en los organismos que vivían en el fondo del mar: “No era en absoluto lo que yo esperaba”, recuerda. “Yo esperaba cambios menores, porque el océano profundo es el mayor hábitat del planeta y es muy difícil que cambie en escalas de tiempo cortas”.

Pero en las muestras de dicha capa observó una extinción masiva realmente sorprendente en un medio tan estable, por lo que sólo podía deberse a un cambio dramático a escala global. Acto seguido, todo el personal de la expedición comenzó a analizar la composición química de las conchas de los foraminíferos para averiguar en qué condiciones ambientales se habrían formado, incluyendo la temperatura y la acidez de las aguas.

Thomas observó que, en paralelo a la extinción masiva, se había producido un calentamiento global pronunciado. “Era la mayor extinción de este grupo de organismos en los últimos 90 millones de años”, señala Alegret.

Aunque esta extinción estaba ya documentada en algunos artículos científicos, Thomas fue la primera persona en analizarla en detalle y, sobre todo, en atribuir su origen en un cambio a escala global en la frontera entre el Paleoceno y el Eoceno.

### **El mayor episodio de calentamiento global en los últimos 65 millones de años**

Poco más tarde, la confirmación definitiva de este fenómeno llegó gracias a las investigaciones de James Zachos. El científico analizó sedimentos terrestres obtenidos en Wyoming (EEUU), y observó ciertos cambios en la naturaleza del carbono presente en los sedimentos precisamente en el límite Paleoceno-Eoceno. Existía una perturbación notable en el isótopo del carbono-13 que parecía indicar que se habían liberado grandes cantidades de este elemento a la atmósfera en períodos de tiempo muy breves a escala geológica.

“De repente, todas las piezas comenzaron a encajar como en un puzle, y además eran coherentes con la teoría del efecto invernadero”, destaca el premiado. “Lo que Thomas había observado en los fondos marinos, Zachos lo estaba observando en medios terrestres a miles

11 de enero de 2023

y miles de kilómetros de distancia. Fue la forma de verificar que se trataba de un gran evento de alcance planetario, que había afectado no solo a medios terrestres sino también a la superficie y al fondo de los océanos”, añade Alegret.

Desde entonces, Zachos y Thomas colaboraron para desentrañar los vaivenes climáticos del planeta a lo largo de la historia geológica. En 2001 publicaron un artículo en la revista *Science* donde presentaron la curva de temperatura más completa de los últimos 65 millones de años, conocida como la “curva de Zachos”. En este contexto tan amplio, el PETM destacaba como el mayor episodio de calentamiento registrado desde entonces. Además, aparecían otros eventos de calentamiento similares, pero de menor magnitud. Los investigadores acuñaron el término de “eventos hipertermales” para referirse a ellos.

### Una nueva línea de investigación para analizar los impactos del cambio climático

El artículo de *Science* es, hoy en día, uno de los más citados en geociencias. La identificación de otros eventos hipertermales permitió contextualizar el experimento natural que había supuesto el PETM. Así, se identificaron calentamientos de distintas magnitudes, emisiones de gases de efecto invernadero a distintas velocidades y también las variadas consecuencias que había tenido cada uno de estos episodios. “Abrió una nueva línea de trabajo que han seguido cientos de investigadores y que ha ocupado los titulares de artículos en las mejores revistas científicas”, precisa Alegret.

Todo este conocimiento histórico que han aportado Zachos y Thomas ha servido para retroalimentar los modelos con los que se predicen las consecuencias del actual cambio climático y calibrar hasta qué punto sus predicciones son acertadas. “Hemos podido comprobar que la teoría del efecto invernadero es básicamente correcta”, afirma Zachos, “y nos ha dado confianza en nuestra habilidad para predecir el clima del futuro”.

Las sequías y los episodios más severos de precipitaciones que se observan en el marco del cambio climático actual reflejan cambios en el ciclo hidrológico que también se han documentado durante el PETM. Además, este episodio ha confirmado que un exceso de carbono en la atmósfera tarda decenas de miles de años en eliminarse de manera natural. Para los investigadores galardonados, este dato confirma que no podemos confiar únicamente en que los bosques puedan absorber el carbono emitido por la quema de combustibles fósiles como solución al actual calentamiento global.

11 de enero de 2023

Zachos, de hecho, está abierto a la posibilidad de acelerar este proceso mediante tecnologías que capturen CO<sub>2</sub> de la atmósfera y permitan enterrarlo en lugares donde no provoque efecto invernadero. Actualmente se inyecta ya CO<sub>2</sub> en la corteza terrestre y existen propuestas para hacerlo en el océano, así como de acelerar la descomposición de las rocas o incluso de desmenuzarlas y utilizarlas como fertilizante en todo el mundo. “Todas estas acciones, de forma conjunta, facilitarían la retirada de CO<sub>2</sub> de la atmósfera de forma relativamente rápida”, valora el investigador galardonado.

### Una advertencia de cara al futuro

Por todo ello, la extinción masiva que desencadenó el PETM constituye una advertencia de cara al futuro. Entre sus consecuencias más severas destaca la amenaza sobre la biodiversidad: “el PETM nos demuestra que en cuencas como la mediterránea, el nivel de oxígeno descendió tanto que muchos organismos no podían vivir, y esto por supuesto llevó a una pérdida de biodiversidad”, resalta Thomas.

Aunque no hay un consenso científico acerca de qué causó esta emisión tan masiva y rápida de gases de efecto invernadero en el PETM, las investigaciones más recientes apuntan a que la actividad volcánica del Atlántico norte pudo desencadenar una reacción en cadena. Los gases que se liberaron habrían provocado un efecto invernadero y cambiado las corrientes oceánicas, lo que a su vez habría provocado cierto calentamiento de los océanos y desestabilizado el permafrost (suelo helado) y los hidratos de metano existentes en el subsuelo marino.

El derretimiento de estos reservorios de gas habría liberado aún más carbono a la atmósfera, acentuando así el efecto invernadero y alterando todavía más las corrientes oceánicas. Las estimaciones apuntan a que se emitieron entre 2.000 y 7.000 gigatoneladas de carbono (una gigatonelada equivale a mil millones de toneladas). Pero el ritmo de emisiones actual debido a la actividad industrial humana a lo largo de los últimos dos siglos, destaca Zachos, es unas diez veces mayor que el de entonces.

“Si comparamos con la escala de tiempo del calentamiento antropogénico actual, que representa una fracción de tiempo muy breve en la historia de la Tierra, de menos de dos siglos desde la Segunda Revolución Industrial, constatamos que los niveles de gases de efecto invernadero en la atmósfera son ya altísimos. Los análogos del pasado, como el PETM, nos advierten de que estamos siguiendo un camino que se antoja muy peligroso”, advierte Miquel

11 de enero de 2023

Canals, director del Departamento de Dinámica de la Tierra y del Océano de la Universidad de Barcelona, y miembro del Jurado.

### La urgencia de tomar medidas para evitar los peores escenarios

Preguntado si el efecto invernadero actual provocado por el ser humano podría llegar a desencadenar un calentamiento global tan masivo como el que atravesó la Tierra en el PETM, Zachos considera que “desde luego podría ocurrir” si continuamos quemando combustibles fósiles, sin salir de la peligrosa rutina del “*business as usual*”. Sin embargo, el científico galardonado está convencido de que todavía estamos a tiempo de remediar esta situación, o al menos esquivar sus peores consecuencias: “Podríamos evitarlo reduciendo emisiones de carbono, realizando una transición hacia el uso de energías renovables, tal y como se está intentando ahora mismo para minimizar el calentamiento global. Pero cuanto más tardemos, más difícil será mantener los niveles de CO<sub>2</sub> por debajo de aquellos que provocarían hasta 4-5° de calentamiento”.

Zachos alerta de que algunos impactos “seguramente ya son inevitables”, como por ejemplo que “ya no podremos evitar un aumento de 1-2 metros del nivel del mar, incluso aunque redujéramos las emisiones de manera inmediata”, pero considera que “sí estamos a tiempo de evitar los peores escenarios si reducimos las emisiones, para no llegar a un aumento del nivel del mar del orden de 10-15 metros”.

Thomas, por su parte, admite que es “bastante pesimista” sobre la posibilidad de evitar algunos impactos graves del actual calentamiento global sobre la población humana: “Con respecto al nivel del mar, por ejemplo, estoy bastante convencida de que hemos subestimado la situación y veremos efectos severos en zonas pobladas, como en mi tierra natal, los Países Bajos, donde amplias zonas pueden acabar bajo el agua, al igual que buena parte de Nueva York y Florida. La gente se verá obligada a emigrar”.

Al mismo tiempo, a Thomas le preocupan especialmente los potenciales impactos del calentamiento sobre el ciclo del agua, documentados en el PETM, así como sobre la agricultura: “Muchas zonas se secarán y no se podrán cultivar alimentos de primera importancia”.

“El calentamiento global está aquí”, resalta Thomas. “Vivo en Connecticut, donde en este momento del año, a principios de enero, lo normal es que hubiera nieve y heladas por las

11 de enero de 2023

noches, pero no está ocurriendo este año, apenas ha nevado. Recientemente hubo un día que hacía más calor en Alaska que en Texas, y esto es absolutamente anómalo, pero es justo lo que predicen nuestros modelos debido a los efectos del calentamiento global en el Ártico, que desencadenan cambios bruscos de frío y calor”.

“La realidad”, concluye Thomas, “es que hasta ahora las medidas que se han adoptado frente al cambio climático son totalmente insuficientes. No quiero parecer alarmista, pero creo que nos encontramos ante un problema muy serio, no para el planeta – que podrá continuar sin nosotros – sino para los humanos, que tenemos que cambiar rápidamente nuestro modo de vida”.

### Biografías de los premiados

**James Zachos** (California, EEUU, 1959) es licenciado en Geología y en Economía por la Universidad del Estado de Nueva York (1981), máster en Geología por la Universidad de Carolina del Sur (1983) y doctor en Oceanografía Geológica por la Universidad de Rhode Island (1988). En 1988 participó como geoquímico orgánico en la expedición 120 del Programa de Perforación Oceánica (ODP, por sus siglas en inglés) y se incorporó a la Universidad de Michigan, donde realizó investigación hasta 1992. Ese año se trasladó a la Universidad de California en Santa Cruz (UCSC), desde donde participó en las expediciones 198 (como sedimentólogo) y 208 (como científico jefe) del ODP. En UCSC ha sido catedrático y director del Departamento de Ciencias de la Tierra y Planetarias y hoy es *Distinguished Professor* y titular de la Cátedra Ida Benson Lynn de Salud Oceánica. Zachos es autor de más de 170 publicaciones que acumulan, según Google Scholar, más de 47.000 citas y un índice h de 95.

**Ellen Thomas** (Hengelo, Países Bajos, 1950) se licenció en Ciencias de la Tierra en la Universidad de Utrecht (Países Bajos), donde también obtuvo el máster y se doctoró en 1979. Salvo breves paréntesis en el Reino Unido, Italia y Japón, desde 1979 ha desarrollado su carrera en Estados Unidos, simultaneando durante las tres últimas décadas su trabajo en dos universidades de Connecticut: la Universidad de Yale, en New Haven, donde desde 2005 ha sido investigadora sénior en el Departamento de Ciencias de la Tierra y Planetarias; y la Universidad de Wesleyan, en Middletown, donde hoy es profesora titular emérita de la Cátedra Harold T. Stearns de Ciencias Integradas. El impacto de su investigación se aprecia en 34 proyectos financiados, casi 180 artículos en revistas internacionales –con más de 28.400 citas y un índice h de 72 en Google Scholar– y en sus más de 440 contribuciones a congresos. Entre

11 de enero de 2023

otras responsabilidades editoriales, ha sido *editor-in-chief* de *Paleoceanography and Paleoclimatology* y editora de *Geology*.

### Jurado y Comité Técnico de Cambio Climático

El jurado de esta categoría ha estado presidido por **Bjorn Stevens**, director del Instituto Max Planck de Meteorología (Hamburgo, Alemania), y ha contado como secretario con **Carlos Duarte**, titular de la Cátedra Tarek Ahmed Juffali en Ecología del Mar Rojo en la Universidad de Ciencia y Tecnología Rey Abdalá (Thuwal, Arabia Saudí). Los vocales han sido **Sandrine Bony**, directora de Investigación en el Laboratorio de Meteorología Dinámica de la Universidad de la Sorbona (París, Francia); **Miquel Canals**, director del Departamento de Dinámica de la Tierra y del Océano de la Universidad de Barcelona; **José Manuel Gutiérrez**, director del Instituto de Física de Cantabria y coordinador del Atlas del Sexto Informe de Evaluación del IPCC; **Martin Heimann**, director emérito del Departamento de Sistemas Biogeoquímicos del Instituto de Biogeoquímica Max Planck (Jena, Alemania); **Edward Rubin**, *Alumni Chair Professor* (emérito) de Ciencia e Ingeniería Medioambiental en la Universidad Carnegie Mellon (Pittsburgh, Estados Unidos); **Paul Wassmann**, catedrático emérito del Departamento de Biología Marina y del Ártico en la UiT-Universidad Ártica de Noruega; y **Julie Winkler**, catedrática de Geografía en el Departamento de Geografía, Medio Ambiente y Ciencias Espaciales en la Universidad Estatal de Michigan (Estados Unidos).

En cuanto al **Comité Técnico de Apoyo del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)**, ha estado coordinado por **M.<sup>a</sup> Victoria Moreno**, vicepresidenta adjunta de Áreas Científico-Técnicas del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), e integrado por **Santiago Beguería Portugués**, científico titular en la Escuela Experimental Aula Dei (EEAD); **Francisca Martínez Ruiz**, investigadora científica en el Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (IACT, CSIC-UGR); **Ángel Ruiz Mantecón**, coordinador adjunto del Área Global Vida y profesor de investigación en el Instituto de Ganadería de Montaña (IGM, CSIC-UNLE); y **Blas Valero Garcés**, coordinador adjunto del Área Global Vida y profesor de investigación en el Instituto Pirenaico de Ecología (IPE, CSIC).

### Sobre los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

La Fundación BBVA tiene como foco de su actividad el fomento de la investigación científica y la creación cultural de excelencia, así como el reconocimiento del talento.

11 de enero de 2023

Los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento, dotados con 400.000 euros en cada una de sus ocho categorías, reconocen e incentivan contribuciones de singular impacto en la ciencia, la tecnología, las humanidades y la música, en especial aquellas que amplían significativamente el ámbito de lo conocido en una disciplina, hacen emerger nuevos campos o tienden puentes entre diversas áreas disciplinares. El objetivo de los galardones, desde su creación en 2008, es celebrar y promover el valor del conocimiento como un bien público sin fronteras, que beneficia a toda la humanidad porque es la mejor herramienta de la que disponemos para afrontar los grandes desafíos globales de nuestro tiempo y ampliar la visión del mundo de cada individuo. Sus ocho categorías atienden al mapa del conocimiento del siglo XXI, desde el conocimiento básico hasta los campos dedicados a entender e interactuar el entorno natural, pasando por ámbitos en estrecha conexión, como la Biología y la Medicina o la Economía, las tecnologías de la información, las ciencias sociales, la economía y las humanidades y un área universal del arte como la música.

En la evaluación de las nominaciones al Premio Fronteras del Conocimiento en la categoría de Cambio Climático, procedentes de numerosas instituciones y países, la Fundación BBVA ha contado con la colaboración de la principal organización pública española de investigación, el CSIC. El Consejo Superior de Investigaciones Científicas designa Comités Técnicos de Apoyo, integrados por destacados especialistas del correspondiente ámbito de conocimiento, que llevan a cabo la primera valoración de las candidaturas, elevando al jurado una propuesta razonada de finalistas. El CSIC designa, además, la presidencia de cada uno de los ocho jurados en las ocho categorías de los premios y colabora en la designación de todos sus integrantes, contribuyendo así a garantizar la objetividad en el reconocimiento de la innovación y excelencia científica.

PUEDE DESCARGAR ENTREVISTAS Y FOTOGRAFÍAS DE LOS PREMIADOS EN  
<https://www.dropbox.com/t/gkKFD6oPHTayzGKW>

## **CONTACTO:**

### **Departamento de Comunicación y Relaciones Institucionales**

Tel. 91 374 52 10 / 91 374 81 73 / 91 537 37 69

[comunicacion@fbbva.es](mailto:comunicacion@fbbva.es)

Para información adicional sobre la Fundación BBVA, puede visitar: [www.fbbva.es](http://www.fbbva.es)