

Buscando respuestas para el cambio climático

El estudio del clima desde el análisis físico teórico puede resultar en leyes y principios que ayuden a comprender el calentamiento global

Pocas áreas de investigación como las relativas al clima y al cambio climático tienen pendientes de solución tantas preguntas fundamentales. La principal, muy probablemente, sea responder qué tiempo nos espera para los próximos años y qué efectos va a tener para el planeta y para el ser humano. La respuesta definitiva depende de la ciencia que pueda adquirirse en el medio plazo y de modelos predictivos seguros. A ambas cosas pretenden contribuir Antonio Ruiz de Elvira y su grupo desde la Universidad de Alcalá de Henares.



Antonio Ruiz de Elvira

Xavier Pujol Gebellí

Dentro de medio siglo, si se cumplen las previsiones, el clima en España podría ser sustancialmente distinto del actual. Los modelos actuales predicen que las temperaturas, de media, crecerán dos grados, que los inviernos serán más moderados y que primaveras, veranos y otoños van a ser más secos. No sólo eso: también se prevé que las lluvias, aunque mantengan los registros anuales como hasta la fecha, van a ser más intensas y espaciadas en el tiempo. Como las que caen ahora en verano, torrenciales y de tarde en tarde.

Las consecuencias previsibles de este cambio, elaboradas de acuerdo con parámetros adaptados regionalmente desde una escala planetaria, van a ir mucho más allá de los efectos ambientales: la cubierta vegetal deberá adaptarse, en especial los cultivos; importantes zonas costeras podrían verse anegadas; y la desertificación antrópica podría verse favorecida. Desde un punto de vista social y económico el impacto puede superar la más optimista de las previsiones. Como bien señalan los técnicos, se trata tan sólo de uno de los escenarios posibles. Tal vez el más realista a tenor de los datos disponibles, pero un escenario al fin y al cabo.

Para llegar a esta descripción, que no pocos consideran alarmista en exceso, los científicos que trabajan en clima y cambio climático, una disciplina que ha ganado cuerpo en los últimos veinte años y de la que participan físicos, geólogos, químicos, matemáticos e informáticos, entre otros, han ido acumulando evidencias "suficientemente sólidas", según describe Antonio Ruiz de Elvira, que marcan la misma tendencia. Ruiz de Elvira, físico teórico en la Universidad de Alcalá de Henares, lidera uno de los pocos grupos que desde España están aportando conocimiento de interés para la comprensión de este alarmante problema.

Cuestiones de Física

El estudio del clima y del cambio climático, cuenta Ruiz de Elvira, forma parte del nuevo enfoque que las ciencias físicas están tomando en las últimas décadas, el de los procesos complejos no lineales. "La física de los fenómenos lineales, la que va de Galileo hasta la mecánica cuántica, prácticamente ha agotado los territorios de investigación", sostiene. Salvo para lo más minúsculo imaginado, el Boson de Higs, o lo más lejano, el estudio del Universo, o la propia mecánica cuántica, la mayor parte de

No basta con recabar datos y desarrollar modelos de cálculo sobre el clima, hay que saber interpretar lo que significan esos datos analizándolos de un modo más teórico

conceptos se consideran ya inamovibles.

No ocurre lo mismo con otras áreas, como es el estudio y caracterización del plasma o la comprensión de las turbulencias, nichos científicos para los que se mantienen grandes desafíos abiertos y en los que las preguntas abundan más que las respuestas. A estas áreas habría que añadirse, por ejemplo, la emergente física de las organizaciones, de gran impacto social u otras en las que la complejidad y la no linealidad son las únicas constantes.

El clima, en sentido estricto, forma parte de esta segunda categoría. Las variables que lo integran forman una intrincada red de interacciones en la que los mecanismos de retroalimentación de una sobre otra son interdependientes. Demasiada complejidad para que su abordaje pueda efectuarse de un modo simplista.

La complejidad viene dada, también, por la interacción de muchos sistemas a muchas escalas. Geológica (de miles a millones de años), de movimientos de un gas (el aire), un fluido (agua) y un semifluido (hielo). “Hay que entenderlas para comprender el clima”, insiste Ruiz de Elvira, que eleva su conocimiento a la categoría de desafío científico. “Hasta hace poco los sistemas físicos se consideraban casi como estanques con respecto a su entorno más inmediato”. Hoy se está viendo que nada está más lejos de la realidad.

Un tercer nivel de complejidad, añade el experto, viene dado por su carácter estocástico o aleatorio. La suma de todos estos niveles obliga a desarrollar herramientas que integren todas las variables y den como resultado un valor inteligible.

Qué debería estudiarse en clima

Desde hace por lo menos dos decenios, distintos grupos en todo el mundo vienen dando soluciones e interpretaciones a esta complejidad. Y de ahí los datos para la proyección al futuro. En España, sin embargo, la tradición es escasa y hay pocos grupos que puedan permitirse el lujo de dedicarse plenamente a ello. Ruiz de Elvira lo achaca, en parte, a la existencia de pocos departamentos universitarios donde formar expertos y a las casi inexistentes instituciones y recursos dedicados total o parcialmente.

Por ello entiende que un primer paso en España debería ser equipararse mínimamente con los países de nuestro entorno. “Casi todos los países de la Unión Europea cuentan con institutos del clima o grandes secciones de clima dependientes de los Institutos Meteorológicos”, señala. En el caso de Dinamarca, país “razonablemente” comparable a España, su instituto meteorológico tiene dedicados a clima “entre 20 y 30 personas y un ordenador muy grande”. En Alemania, país de mayor tradición, hay varios institutos específicos. “En el instituto español hay sólo 4 personas y un ordenador que hasta hace poco apenas tenía tiempo para clima”.

Pese al déficit, señala Ruiz de Elvira, distintos grupos españoles están haciendo aportaciones de interés en múltiples áreas. Por ejemplo, para determinar cómo ha funcionado el clima en el pasado; cómo funciona en el presente; y extrapolar y tratar de aplicar los métodos aprendidos para predecir el futuro. Eso significa, simplemente, tratar de predecir “qué va a pasar en España en 2020”, es decir, cual va a ser la temperatura o la probabilidad de que llueva una cierta cantidad en un sitio determinado



Ruiz de Elvira

No hay indicadores
de que el clima deba
interrumpir su
evolución secuencial
de los últimos
400.000 años para
comenzar a
calentarse, pero sí
evidencia de este
cambio

en un momento dado.

Para ello, durante muchos años hay que investigar en diversas líneas: meter testigos en la tierra, en el mar o en el hielo para saber como ha sido el clima pasado. Además, elaborar una base de datos para conocer cual ha sido el clima en el mediterráneo. En todas estas áreas, aunque de un modo incipiente, hay grupos españoles trabajando.

Los distintos métodos que se emplean, tanto en la Antártida como en el Mediterráneo, se basan en que todos los seres vivos o incluso el hielo acumulan unos isótopos de unos materiales u otros dependiendo de la temperatura. Sacando testigos de barro del fondo del mar, y dependiendo de si la temperatura ha sido una u otra, la composición química varía. Es un trabajo que implica químicos, geólogos y modeladores en técnicas de computación, “gente capaz de elaborar un modelo de cómo ha sido la circulación atmosférica hace un millón de años y como ha circulado el océano en ese tiempo”.

Los modelos son útiles en cualquier aproximación al clima, continúa Ruiz de Elvira. Y eso es así porque los físicos “por el momento no han sido capaces de resolver las ecuaciones de la turbulencia”. Los datos obtenidos hay que meterlos en ordenadores. Dado el tamaño de los sistemas, los ordenadores deben responder a grandes exigencias de cálculo e imaginación multidisciplinar.

Además de modelos y datos, hay que hacer más cosas. “Desde Galileo sabemos que distintas personas miran la misma naturaleza y ven cosas distintas”. Por eso se hace necesario un trabajo de reanálisis constante de las leyes de la física para tratar de entender si lo que se está viendo es trascendente o no. Es decir, “hay que saber interpretar lo que nos dicen los datos” o, lo que es lo mismo, aplicarse en física teórica.

Eso es precisamente lo que interesa a este experto en estos momentos, volver al análisis teórico del clima. “Los modelos actuales son muy numéricos”. Es decir, tratar de encontrar leyes para las enormes masas numéricas que se están acumulando, una vía que ha estado relativamente abandonada porque el interés se ha centrado en la resolución de ecuaciones, algo que puede llevar a una paradoja: “si imitamos tan bien a la naturaleza estaremos tan lejos de entenderla como mirándola”. Sería algo así como la vuelta al lápiz y al papel mientras otros grupos, “con más medios y posibilidades”, llevan el peso de los números y los modelos.

Reinterpretando los datos

El clima es estocástico. Y no hay nada más estocástico que las moléculas de aire que hay en una simple habitación. Pero por más que lo sean, la temperatura de la sala es una variable perfectamente determinada que sigue unas leyes de evolución predefinidas. El principio puede aplicarse al clima. “Los grandes glaciares están desapareciendo del planeta”, un signo inequívoco de que las temperaturas aumentan con independencia de fluctuaciones, de que un año o en un periodo prolongado de tiempo nieve o haga más frío que otro.

Y eso, la tendencia al calentamiento, es algo que ningún investigador con años de experiencia en este campo se atreve a poner en duda. “Pocos dudan acerca de lo que está pasando y qué es lo que va a pasar”. La evolución climática que ha habido en los últimos 400.000 años, 10.000 y 1.000, sentencia, indica claramente que el cambio

actual se está produciendo en contra de todos los cambios que se hayan dado en tiempos pasados.

Por extrapolación pura y dura con respecto a lo ocurrido en el pasado, el clima actual a escala planetaria debería ir disminuyendo. El sol no está emitiendo más, los parámetros orbitales no están en posición de mayor insolación, sino a la inversa y no hay aerosoles (las erupciones volcánicas no tienen volumen suficiente como para alterar el clima de forma directa). Es decir, no existe ningún indicador que diga que el clima debe interrumpir naturalmente su evolución secuencial de los últimos 400.000 años y que ahora debería calentarse naturalmente. “Durante este periodo ha habido excursiones, fluctuaciones de temperaturas con periodos más calientes que otros, pero la ciencia tiene un principio básico: es al menos sospechoso que una de estas subidas coincida exactamente con la emisión masiva de gases invernadero a partir de la Revolución Industrial”. Si este aumento que se está experimentado ahora se hubiera registrado en algún momento de los últimos 10.000 años, podría concluirse que se trata de una fluctuación de la naturaleza.

Y no es sólo el CO2. También es el metano, los gases desprendidos por el uso masivo de fertilizantes, clorofluocarbonos, gases halogenados, “montones y montones de gases que en distinta proporción contribuyen al proceso”. Son pruebas acumulativas, compara Ruiz de Elvira, “una acumulación racional de evidencias” que dan sentido a esta afirmación.

Qué aporta la Universidad de Alcalá

Los modelos que se han elaborado en la Universidad de Alcalá de Henares, asegura Ruiz de Elvira, han permitido “añadir conocimiento estadístico tanto de los datos como de los resultados de los modelos que hacen otros”. En la universidad no han podido correr nunca un modelo grande, pero las colaboraciones que se mantienen con otros centros así como la disponibilidad cada vez mayor de modelos de escala reducida que pueden ejecutarse desde máquinas comunes en los laboratorios españoles, les ha permitido avanzar en la obtención de resultados que se traducen en sumar métodos estadísticos para la valoración tanto de datos como de resultados de modelos.

Gracias a esta estrategia, desde la UAH se han elaborado modelos predictivos para explicar los “saltos” de un estado de circulación a otro. Esto es, las fluctuaciones de temperaturas que llevan a cambios bruscos de clima o, lo que es lo mismo, las grandes oscilaciones de frío a calor que se están dando de un año para otro casi sin solución de continuidad.

Otra aportación de la UAH en clima es en los análisis de datos de El Niño y de la oscilación del Atlántico Norte. Con ellos se está tratando de elaborar un análisis de cuales son las leyes estadísticas para mostrar la relación de años con Niño y

sin Niño. “El uso de reglas estadísticas”, señala Ruiz de Elvira, “muestra resultados similares a los obtenidos con superordenadores”.

El interés de este tipo de análisis, además de reducir costes de proceso de datos, es entender porque las moléculas que se mueven de manera totalmente libre en el aire producen en cambio movimientos explicables en temperaturas, humedades o pluviosidad. “Parece que el clima, dentro de la evolución numérica, tiene unas leyes estadísticamente razonables”. Al experto le gustaría profundizar en esta línea para tratar de entender porque estas leyes matemáticas tan complejas presentan “más o menos” las mismas líneas de evolución.

FICHA TÉCNICA

Grupo de Física del Clima

Centro: Departamento de Física. Edificio de Ciencias. Universidad de Alcalá.

Coordinador: Antonio Ruiz de Elvira Serra

Dirección: Ctra. Madrid-Barcelona, Km. 33.600 E.-28871 Alcalá de Henares (Madrid)

Teléfono: 91 885 49 44

Email: ant@fsc.uah.es

Líneas de investigación: Predicciones (Oscilaciones ENSO o Pacífico Tropical, Atlántico Tropical y Atlántico Norte); Simulaciones (ENSO y AT); Métodos Estadísticos; y Estudios Regionales (Lluvias y Océano).