Matarraña

BOLETÍN DE MATEMÁTICAS DEL I.E.S. MATARRAÑA – Número 15 – MARZO 2.010

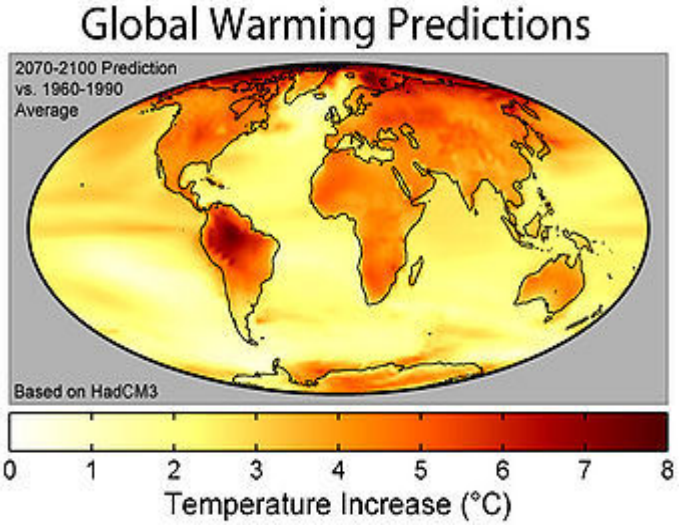
LAS MATEMÁTICAS DEL CALENTAMIENTO GLOBAL

El matemático Peter Landesman, en un artículo para "American Thinker", comenta por qué las previsiones del calentamiento global pueden ser erróneas.

Las previsiones del calentamiento global están basadas en soluciones matemáticas de ecuaciones de modelización del tiempo. Pero todas estas soluciones son inexactas. Por lo tanto, no pueden darse conclusiones científicas válidas sobre el calentamiento global.

Las matemáticas tienen un papel fundamental en el desarrollo de las ciencias físicas. En primer lugar, los investigadores intentan entender las leyes de la naturaleza determinando el comportamiento de aquello que están estudiando. Después construyen un modelo y expresan esas leyes con las matemáticas de las ecuaciones diferenciales y ecuaciones en diferencias. Después, analizan las soluciones de estas ecuaciones para mejorar el conocimiento científico. A veces los matemáticos pueden describir la evolución a lo largo del tiempo del modelo.

Desafortunadamente, aún suponiendo que el modelo físico sea correcto, los ordenadores y los matemáticos, por diversas razones, no pueden resolver algunos problemas complicados, como las ecuaciones relativas al tiempo meteorológico. En primer lugar, la solución requiere más cálculo computacional del que puede realizar un ordenador. En segundo lugar, puede ser muy difícil recopilar suficientes datos como para determinar con precisión las condiciones iniciales del modelo. En tercer lugar, las ecuaciones del modelo pueden no ser lineales, es decir, ninguna simplificación de las ecuaciones puede predecir con precisión las soluciones de estas ecuaciones. Las soluciones son a menudo inestables, esto significa que pequeñas variaciones de las condiciones iniciales pueden producir grandes variaciones algún tiempo más tarde. Esta propiedad hace imposible calcular soluciones en periodos de tiempo largos.



Como experto en ecuaciones diferenciales –dice, Landesman-, puedo garantizar que más de dos docenas de ecuaciones diferenciales no lineales en modelos del tiempo son demasiado difíciles como para tener alguna idea de como solucionarlas con precisión. Ninguna aproximación en períodos largos tiene posibilidad de predecir el calentamiento global. Y es lo que están haciendo exactamente los abogados del cambio global. Cada uno de los más de treinta modelos que se están usando para predecir el tiempo es justamente una diferente aproximación de las ecuaciones del tiempo (que dependen además de que el modelo de tiempo sea correcto, que probablemente no lo sea, ya que los climatólogos no entienden todos los procesos físicos que determinan el tiempo).

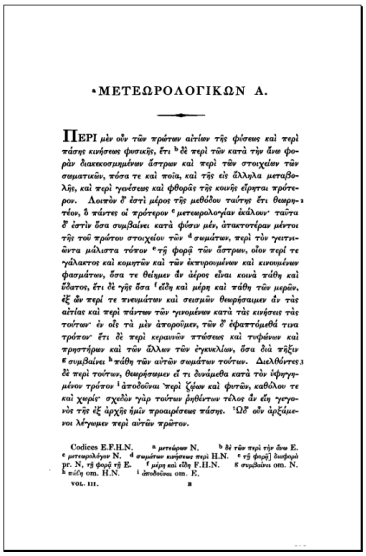
Así que no puede deducirse de manera lógica que las predicciones del calentamiento global sean correctas.

Más información: Peter Landesman, *The Mathematics of Global Warming,* American Thinker: http://www.americanthinker.com/2009/11/the_mathematics_of_global_warm.html

LA PREDICCIÓN DEL TIEMPO

Desde la más remota antigüedad, el hombre ha intentado predecir el tiempo atmosférico para tratar de librarse de sus efectos perniciosos o aprovecharse de sus beneficios. Actualmente, para predecir el tiempo se utilizan ordenadores a los que hay que proporcionar un gran número de medidas y leyes de la de la física y las matemáticas.

La meteorología es la ciencia que trata de los meteoros, palabra procedente del griego que significa alto o elevado en el aire. A Aristóteles (384-322 a.C.) y su libro *Meteorológica* se debe la consideración de la meteorología como parte de la filosofía natural. No fue hasta René Descartes (1596-1650), que con su apéndice al *Discurso del Método* titulado *Les Météores*, que esta rama del saber tuvo un nuevo impulso.



ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ Α.

ΠΕΡΙ μὲν οὖν τῶν πρώτων αἰτίων τῆς φύσεως καὶ περὶ πάσης εὐπόρου φυσικῆς, ἔτι δὲ περὶ τῶν κατὰ τὴν ἄνω φορὰν διακεκοσμημένων ἄστρων καὶ περὶ τῶν στοιχείων τῶν σωματικῶν, πόσα τε καὶ ποῖα, καὶ τῆς εἰς ἄλληλα μεταβολῆς, καὶ περὶ γενέσεως καὶ φθορᾶς τῆς κοινῆς εἴρηται πρότερον. Λοιπὸν δ' ἐστὶ μέρος τῆς μεθόδου ταύτης ἔτι θεωρητέον, ὅ πάντες οἱ πρότερον μετεωρολογίαν ἐκάλουν· ταῦτα δ' ἐστὶν ὅσα συμβαίνει κατὰ φύσιν μέν, ἀτακτοτέραν μέντοι τῆς τοῦ πρώτου στοιχείου τῶν σωμάτων, περὶ τὸν γειτνιῶντα μάλιστα τόπον τῇ φορᾷ τῶν ἄστρων, οἷον περί τε γάλακτος καὶ κομητῶν καὶ τῶν ἀστροειδῶν καὶ εὐσυνόπτων φασμάτων, ὅσα τε θάλαμε ἂν λέγοι εἶναι κοινὰ πάθη καὶ ἕδαπος, ἔτι δὲ γῆς ὅσα εἴδη καὶ μέρη καὶ πάθη τῶν μερῶν, ἐξ ὧν περί τε πνευμάτων καὶ σεισμῶν θεωρήσαμεν ἂν τὰς αἰτίας καὶ περὶ πάντων τῶν γινομένων κατὰ τὰς εὐκράτους τοὺτων· ἐν οἷς τὰ μὲν ἀπορήσιμεν, τῶν δ' ἐφαπτόμεθά τινα τρόπον· ἔτι δὲ περὶ κεραυνῶν πτώσεως καὶ τυφώνων καὶ πρηστήρων καὶ τῶν ἄλλων τῶν ἐγκυκλίων, ὅσα διὰ τὴν αὐτὴν συμβαίνει πάθη τῶν αὐτῶν σωμάτων τούτων. Διαλθόντες δὲ περὶ τούτων, θεωρήσωμεν εἴ τι δυνάμεθα κατὰ τὴν ὑφηγημένην τρόπον ἀποδοῦναι περὶ ζῴων καὶ φυτῶν, καθόλου τε καὶ χωρίς· σχεδὸν γὰρ τούτων βραδύτερον τέλος δι' ἓν γεγονὸς τῶν ἐξ ἀρχῆς ἡμῖν προαιρέσεως πάσης. Ὡσ' οὖν ἀρξώμενοι λέγωμεν περὶ αὐτῶν πρώτου.

Codices E.F.H.N. [a] μετεώρων N. [b] δὲ τῶν περὶ τὴν ἄνω E. [c] μετεωρολογεῖν N. [d] σωμάτων κινήσεως περὶ H.N. [e] τῇ φορᾷ] διαφορᾷ pr. N, τῇ φορᾷ τῇ E. [f] μέρη καὶ εἴδη F.H.N. [g] συμβαίνει om. N. [h] κύκλῳ om. H.N. [i] ἀποδοῦναι om. E.

vol. III. B

Primera página del Meteorologicun de Aristóteles

En siglo XVII, E. Torricelli (1608-1647) inventó el barómetro para medir la presión y Galileo (1564-1642) puso a punto el termómetro. Además se inventaron aparatos para medir la humedad, la fuerza y dirección del viento que supusieron un enorme avance al dar el salto desde una meteorología cualitativa a una cuantitativa.

A partir del siglo XVII, el desarrollo de estudios teóricos permitió explicar muchos fenómenos meteorológicos. En el siglo XIX, numerosos científicos comenzaron a defender que la meteorología era una rama de la física aplicada, que denominaron *Meteorología Dinámica*.

Los primeros hombres del tiempo profesionales fueron los astrólogos. Claudio Ptolomeo (90-168), que en su libro *Tetrabiblos* basó la predicción del tiempo en los astros, fue la principal autoridad en *astrometeorología* durante toda la Edad Media. Con la invención de la imprenta en el siglo XV, hasta el siglo XIX se publicaron muchísimos libros dedicados a ese tipo de predicciones. Desde luego los intentos de relacionar los cambios atmosféricos con los astros o con las fases de la luna han resultado infructuosos.

En los siglos XVIII y XIX se hicieron muy populares los *almanaques* del tiempo, que con una terminología más o menos general y ambigua, pretendían predecir el tiempo de todo el año siguiente. Todavía hoy perduran algunos, como *El Calendario Zaragozano*, fundado en 1840.

A mediados del siglo XIX, la invención del telégrafo impulsó la creación por las distintas sociedades meteorológicas de numerosas estaciones de observación, con el fin de conocer el tiempo presente en una amplia zona geográfica. Esto permitió dibujar mapas del tiempo e hizo posible la introducción de un nuevo método de predicción consistente en dibujar los mapas previstos para el día siguiente, estimando, a partir de mapas del tiempo actual, cómo se iban a mover los distintos fenómenos

meteorológicos detectados (centros de bajas o altas presiones, etc.) detectados. Para ello, los hombres del tiempo se basaban en su experiencia y no en resultados teóricos conocidos.

Uno de los hitos más significativos en el desarrollo moderno de la meteorología práctica se produjo en tiempos de la Primera Guerra Mundial, cuando un grupo de meteorólogos noruegos descubrió que las grandes masas de aire caliente o frío se desplazan sin mezclarse. También detectaron que sobre el Polo Norte hay una gran masa de aire frío cuya frontera de separación con las masas de aire más caliente avanza o retrocede hacia el sur como lo hace un frente de ejército, de ahí que introdujeran los nombres de *frente polar*, *frente frío y frente caliente*, y que la interacción entre masas de aire genera los *ciclones*: tormentas típicas del hemisferio norte. A partir de ahí Vilhelm Bjerknes (1862-1951), meteorólogo noruego, defendió que la predicción del tiempo es un problema matemático. Así, si se tienen los valores de las variables meteorológicas en el instante actual, con las ecuaciones de la dinámica atmosférica y si se es capaz de resolverlas, se obtendrán los valores de las variables meteorológicas del día siguiente, y en definitiva la predicción del tiempo. Ahora bien, Bjerknes conocía muy bien las dificultades que entrañaba la resolución de esas ecuaciones.

Lewis Fry Richardson (1881-1953), matemático inglés, ideó un método para resolver de forma aproximada el sistema primitivo de siete ecuaciones con siete incógnitas (las tres componentes de la velocidad, la presión, la densidad, la temperatura y la humedad del aire) de la dinámica atmosférica introducido por Bjerknes. Durante la I Guerra Mundial, Richardson puso en práctica su método resolviendo "a mano" el sistema aproximado centrado en una pequeña región de Alemania, aunque la predicción que obtuvo estaba muy lejos de lo ocurrido posteriormente.

Carl-Gustav Rossby (1898-1957), meteorólogo danés, cambió algunas de las variables centradas en el aire y se fijó en él, en concreto en la componente vertical de la vorticidad. Rossby dedujo una ecuación simplificada de la vorticidad, y obtuvo una solución ondulatoria que se correspondía con ondas ya observadas en la parte alta de la atmósfera mediante globos sonda. Desde entonces esas ondas se denominaron ondas de Rossby.

ENIAC

Cuando gracias al matemático americano de origen húngaro John von Neumann (1903-1957) se construyó en 1946 la computadora ENIAC, von Neumann eligió la predicción del tiempo para mostrar con un problema práctico el potencial de los ordenadores. Así, en 1950, junto a los meteorólogos Jule Charney (1917-1981), americano, y Ragnar Fjörtoft (1913-1998), noruego, realizaron la primera predicción numérica del tiempo, consistente en resolver de forma aproximada una ecuación sencilla con significado meteorológico, resultó exitosa y marca el punto de partida de la predicción numérica del tiempo. Desde mediados de los años 1970, todos los servicios meteorológicos realizan las predicciones del tiempo a partir de la resolución numérica de un sistema de siete ecuaciones en derivadas parciales, las cuales traducen las leyes generales de la física aplicadas a la atmósfera. Se tiene así siete ecuaciones con siete incógnitas, las cuales gobiernan la evolución de la atmósfera. Junto

con las condiciones iniciales y las condiciones de contorno conforman un problema tratable desde el punto de vista matemático.

Las 7 ecuaciones de la meteorología

**Las tres ecuaciones de conservación del momento cinético.* Esta ecuación es la aplicación de la segunda ley de Newton a una pequeña parcela de aire.

**La ecuación de continuidad,* que traduce la ley de conservación que afirma que cuando se sigue una parcela de aire en su movimiento, la masa de la parcela se conserva.

**La ecuación de conservación de la humedad específica de vapor de agua.* Esta ecuación indica que la cantidad de agua contenida en una parcela de aire que se sigue en su movimiento se conserva, excepto cuando hay fuentes o pérdidas de vapor de agua, debidas a la evaporación o condensación, deposición o sublimación, deposición o emisión de la superficie terrestre, y producción o pérdida fotoquímica.

**La ecuación de conservación de la energía,* que expresa que la tasa de calor por unidad de masa aplicada a una parcela de aire (debido a la evaporación, fundición, calentamiento solar o calentamiento infrarrojo), se utiliza para aumentar la energía interna o para producir trabajo de expansión.

** La ecuación de estado de los gases perfectos.*

Para comenzar el proceso, se necesita conocer el estado de la atmósfera en un instante inicial de partida, para ello se dispone de una extensa red de recogida de datos meteorológicos repartida por toda la atmósfera. Algunas de estas medidas se hacen desde observatorios en la superficie terrestre, desde boyas marinas, globos sonda e incluso rádares y satélites.

El objetivo más importante de la predicción del tiempo es conocer, con la máxima antelación y con el máximo detalle posible, el desencadenamiento de fenómenos adversos que pueden causar daños graves.

Para la predicción del tiempo a medio plazo (entre dos y diez días) se utilizan modelos numéricos globales de toda la atmósfera. El modelo más desarrollado es el del ECMWF (European Center for Medium-Range Weather Forecast) con sede en Reading y que agrupa a 18 países, entre ellos España.

Logotipo del ECMWF

Cuando se quieren hacer predicciones para un plazo de hasta dos o tres días, por ejemplo para España, se utilizan modelos regionales, que tienen mayor resolución que los globales. Por ejemplo, la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) es miembro del consorcio formado por los Servicios Meteorológicos Nacionales de Noruega, Suecia, Dinamarca, Finlandia, Islandia, Holanda, Irlanda y España, que ha desarrollado el modelo operativo regional HIRLAM (High Resolution Limited Area Model). Con este modelo, se hacen cuatro veces al día predicciones de hasta 48 horas. AEMET también integra una versión con una resolución de 5 Km. con la que realiza predicciones de hasta 24 horas.

AEMet
Agencia Estatal de Meteorología

Logotipo de la AEMET

La predicción “inmediata”, que va desde ahora mismo hasta tres, seis o incluso doce horas, basada directamente en la observación de los fenómenos, y en la capacidad de los pronosticadores para interpretar los datos de observación.

Para cualquier predicción se requiere de mucho personal y de la utilización de los ordenadores más potentes que existen.

A modo de ejemplo diremos que Météo-France cada día trata alrededor de millón y medio de

datos, y que en su sede situada en Toulouse trabajan unas 250 personas.

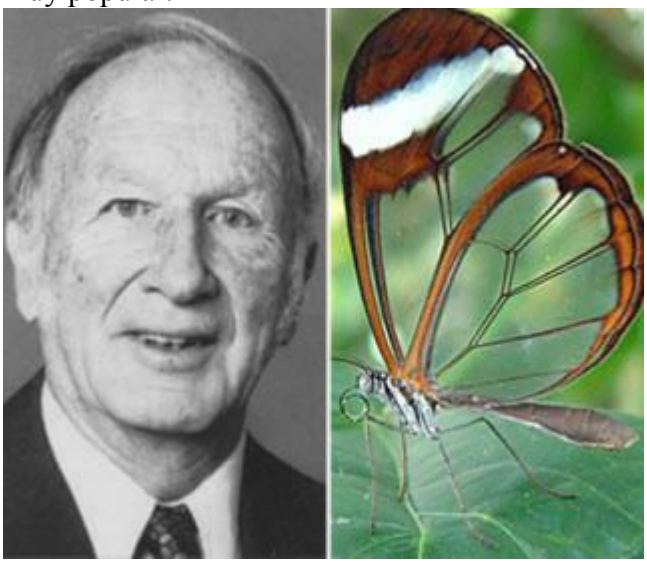
Logotipo de Météo-France

Con los resultados obtenidos por los ordenadores, se representa en mapas geográficos los campos meteorológicos bidimensionales obtenidos, para que puedan ser utilizados por los hombres y mujeres del tiempo. Ahora bien, el proceso de predicción no acaba con los resultados del modelo, es indispensable la destreza de los meteorólogos encargados de la predicción quienes, como grandes conocedores del clima regional y de los límites de los modelos, ajustan e incluso modifican los resultados de la simulación, y los traducen a términos de tiempo observable: intensidad de las precipitaciones, temperaturas máxima y mínima del día, posible aparición de nieblas, tormentas, ráfagas de viento, etc.

Desde el inicio de la utilización de modelos numéricos, la calidad de las predicciones meteorológicas no ha dejado de mejorar. Hoy la fiabilidad de las previsiones para plazos de un día o dos es superior al 90 %, y para plazos de 4 a 5 días del 75 %. Se constata también que en los últimos 20 años, en cada década se ha obtenido una mejoría de 24 horas, es decir que el nivel actual de buenas previsiones es el mismo que el que se tenía hace diez años para un plazo de 24 horas menos.

Los resultados de una predicción numérica dependen de las simplificaciones que se hayan hecho para obtener el sistema de ecuaciones matemáticas, de las parametrizaciones físicas adoptadas, de la eficacia y extensión de la red de observación, y de la asimilación de los datos para obtener el estado inicial. Todos estos procesos son fuente de incertidumbre, de errores en las predicciones, y son objeto de permanentes estudios que conducen a continuas mejoras.

En 1963, el meteorólogo Edward Lorenz hizo un descubrimiento fundamental: mostró que *incluso con un modelo perfecto y condiciones iniciales casi perfectas, la naturaleza caótica de la atmósfera hace que los pronósticos pierdan toda validez más allá de diez días*. La gran sensibilidad a largo plazo de la solución con respecto de las condiciones iniciales, es decir, el carácter caótico, lo plasmó Lorenz en lo que denominó *efecto mariposa*, que se ha hecho muy popular.



Edward Lorenz

El efecto mariposa

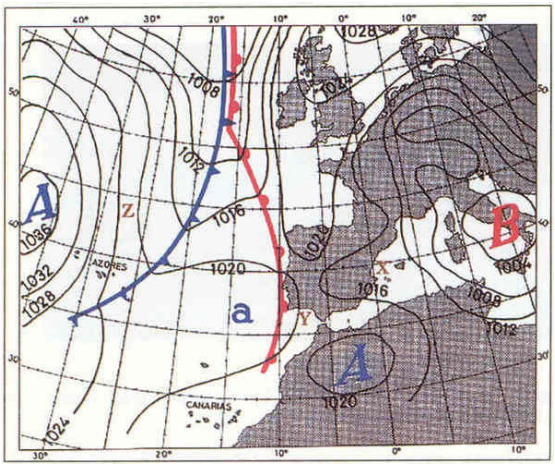
La idea es que, dadas unas condiciones iniciales de un determinado sistema caótico, la más mínima variación en ellas puede provocar que el sistema evolucione en formas completamente diferentes. Sucediendo así que, una pequeña perturbación inicial, mediante un proceso de amplificación, podrá generar un efecto considerablemente grande.

Un ejemplo claro sobre el efecto mariposa es soltar una pelota justo sobre la arista del tejado de una casa varias veces; pequeñas desviaciones en la posición inicial pueden hacer que la pelota caiga por uno de los lados del tejado o por el otro, conduciendo a trayectorias de caída y posiciones de finales completamente diferentes. Cambios minúsculos que conducen a resultados totalmente divergentes.

El dicho proviene de un antiguo proverbio chino: *"el aleteo de las alas de una mariposa se puede sentir al otro lado del mundo"*.

Las predicciones numéricas descritas anteriormente se califican como deterministas, ya que emplean un sólo modelo. Estas

predicciones son capaces de dar previsiones del tiempo de hasta diez días, pero su fiabilidad decrece mucho cuando la previsión va más allá de cinco días. Para superar esta limitación una opción muy desarrollada es la denominada *predicción por conjuntos*. Esta técnica consiste en realizar un conjunto de predicciones a partir de datos iniciales obtenidos y a partir de ellas obtener una predicción promedio, o especificar la probabilidad de ocurrencia de sucesos futuros del tiempo. Así, la predicción deja de ser determinista para pasar a ser de tipo probabilístico. El ECMWF es pionero en el desarrollo y uso de esta técnica para predicciones de más de cuatro días, y actualmente realiza predicciones con un conjunto de cincuenta condiciones iniciales obtenidas mediante pequeñas variaciones de la asimilación de datos. A partir de los resultados de las distintas predicciones numéricas, se obtienen distribuciones de probabilidad de ocurrencia de fenómenos en diferentes zonas de la Tierra.



La predicción *estacional* es la que se hace para un plazo de entre uno y seis meses. Aquí también el ECMWF ha sido pionero en desarrollar un modelo adecuado a esos plazos de predicción. En estos modelos se utilizan técnicas de predicción por conjuntos, y con la información resultante se trata de prever si el tiempo se apartará o no del régimen climático del lugar considerado. Se dirá así, por ejemplo, que el próximo verano será más caluroso y seco que lo habitual.

El clima es el tiempo promedio, son la temperatura o las precipitaciones promedio en determinado lugar y período de tiempo, por ejemplo en el Valle del Ebro en el mes de febrero. Por tanto, para la predicción del clima habrá que utilizar predicciones estadísticas. La predicción del clima es muy importante: nuestro clima futuro está amenazado por las emisiones de gases debidas a las actividades humanas, y es necesario prever el efecto a largo plazo de esas perturbaciones. La disciplina matemática que proporciona las herramientas para estudiar el comportamiento a largo plazo es la *Teoría de Sistemas Dinámicos*. Esta teoría permite saber cuales son los regímenes de tiempo más previsibles, "atractores" en terminología matemática, y cuales son los más inestables. En las situaciones de inestabilidad, una buena herramienta sería la modelización probabilística del clima, es decir el diseño de modelos que tengan en cuenta el carácter aleatorio de la predicción. Este tipo de modelos, todavía en pañales, tienen que desarrollarse a partir de resultados muy recientes de la teoría de ecuaciones en derivadas parciales estocásticas y de la estadística.

Los modelos numéricos de predicción del clima se parecen mucho a los de predicción del tiempo. La principal diferencia proviene del hecho de que las variaciones climáticas tienen lugar en grandes escalas de tiempo.

A modo de conclusión, insistiremos en que detrás de los pronósticos del tiempo hay muchas leyes de la mecánica y de la física, y muchas matemáticas, a veces muy recientes. También hay ordenadores extremadamente potentes a los que hay que proporcionar un gran número de medidas, la mayor parte de ellas obtenidas por satélites.

ENTREVISTA

Es uno de los rostros más populares de la Televisión de Aragón. Eva Berlanga es la presentadora del tiempo de Aragón TV. Licenciada en Ciencias Físicas por la UCM de Madrid, especializada en Física de la Atmósfera y Geofísica, se acerca a diario a nuestras pantallas para explicarnos de forma clara y detallada muchas más cosas que el tiempo que hará mañana. Es un honor que haya dedicado parte de su tiempo a responder a nuestras preguntas.

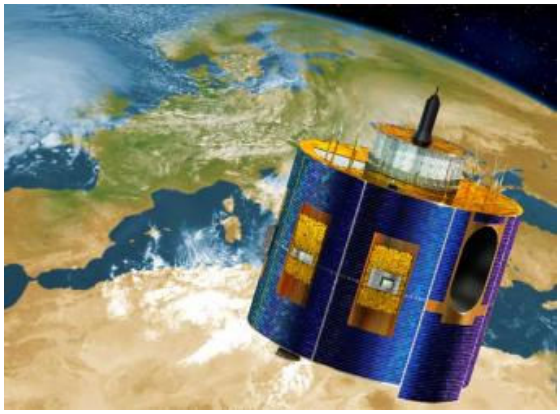
¿Cómo llegó usted a la meteorología?
Yo no tuve una vocación que viniera desde la infancia, la verdad es que de estudiante no sabía muy bien la profesión que quería ejercer. Sólo tenía claro que me gustaba la Física, de eso tiene toda la culpa un excelente profesor que tuve en secundaria. Estudiando la carrera ya decidí que la especialidad que más me atraía era Física de la Atmósfera y Geofísica. Y de ahí al mundo de la televisión fue toda una casualidad y suerte. En quinto de carrera nos dijeron que buscaban un becario para trabajar en la sección del tiempo de Antena 3 durante el verano, me presenté y me cogieron. Luego llegó tele 5, y hace cuatro años tuve la oportunidad de venir a Aragón TV y me apeteció mucho el reto de poner en marcha un espacio más largo y completo, en el que contar, además de la previsión, muchos más temas que están relacionados con tiempo y Clima.

¿Cómo se mantiene "al día" un profesional de esta ciencia?
Es una labor diaria y que requiere tiempo y esfuerzo. Siempre hay noticias o publicaciones específicas que leer, y en nuestro caso, en el tema concreto de mejorar los pronósticos del tiempo, el trabajo es interminable: puedes estar todo el día mirando diferentes salidas de modelos meteorológicos, imágenes de satélite,

radar… e intentando averiguar por qué ha ocurrido una cosa y no otra. Lamentablemente la Meteorología no es una ciencia exacta y de vez en cuando ocurren "cosas" que nos sorprenden. En estos casos hay que estudiar bien qué ha fallado.

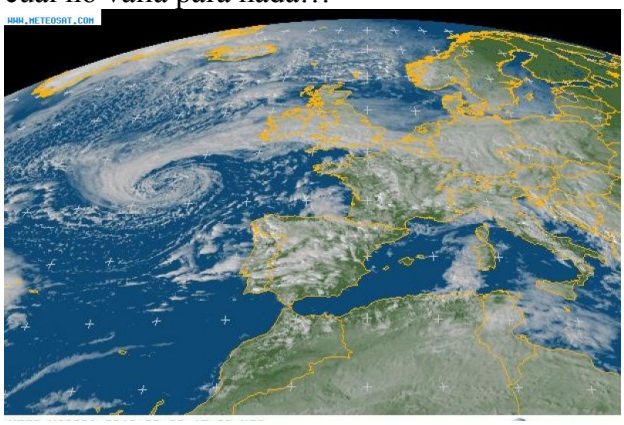
En su opinión, ¿cuáles son las razones principales por las cuales un ciudadano común muestra interés por la meteorología?
Hay mucha gente que depende de la meteorología para desarrollar sus actividades profesionales: trabajadores del campo, la hostelería, las estaciones de esquí… Ha habido incluso algún constructor que nos ha llamado para ver las previsiones, y saber si podía o no extender determinado cubrimiento en una fachada, porque la lluvia podría echarlo a perder con su consiguiente pérdida económica. Hoy en día además todos nos preocupamos mucho de las previsiones, especialmente para hacer planes en nuestro tiempo libre. Creo que es porque cada vez disponemos de menos horas para el ocio y queremos aprovecharlas al máximo.

¿Cuál es la mejor herramienta de un meteorólogo?
Hay muchas que se han hecho imprescindibles y que aportan su granito de arena a la hora de hacer un pronóstico, pero creo que hubo un antes y un después con el lanzamiento del Meteosat. ¡Y ahora que podemos ver las imágenes incluso con el móvil gracias a Internet! Es una maravilla.



El satélite Meteosat

¿Qué papel juegan las matemáticas en ella?
Fundamental. Las previsiones se hacen interpretando mapas que se elaboran gracias a la Física y las Matemáticas. Es importante también el avance en la informática que nos permite resolver las tremendas ecuaciones que definen el comportamiento de la atmósfera en un tiempo suficientemente corto. Antes de la llegada de los superordenadores, llegar a un mapa que definía el estado de la atmósfera dentro de 6 horas, requería a lo mejor 24 horas de cálculo, con lo cual no valía para nada…



Así nos ve Meteosat

¿Queda sitio en una predicción para la interpretación subjetiva del meteorólogo?
Por suerte para nosotros, de momento sí, y me atrevería a decir que hoy por hoy es tan importante como la salida de un modelo numérico. Hay veces que los diferentes modelos no coinciden y el predictor con su experiencia, puede decidir cuál de ellos funciona mejor en cada situación. También la experiencia aporta matices que el modelo no puede ver porque tienen sus limitaciones. Por ejemplo, los mapas de precipitación pueden pronosticar lluvia para todo el pirineo con el paso de un frente, pero hay valles que por su orientación no reciben apenas agua y en otros los chubascos pueden ser fuertes.

Si tuviera que destacar un momento importante de la meteorología,, ¿cuál sería?
Como comentaba antes, la puesta en órbita del Meteosat en 1977 permitió avanzar de manera significativa en el campo de la predicción.

¿No le parece curioso que la meteorología sea la única ciencia con espacio fijo en los informativos (y en todos los medios de comunicación)?
Es la ley de la oferta y la demanda. La meteorología es una ciencia con una aplicación inmediata e importante en el día a día. Todos

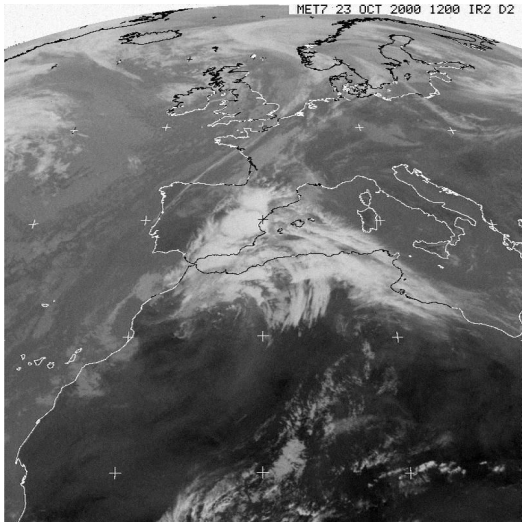
queremos saber qué tiempo va a hacer por unas razones u otras, y los medios de comunicación buscan audiencia, lectores…Por otro lado entiendo que la información del tiempo es un servicio público y los medios deben ofrecer esta información.

Primera imagen emitida por el Meteosat-1, 9 diciembre de 1977.

¿Qué opina de que en prensa la información meteorológica casi siempre comparta espacio con los pasatiempos y los horóscopos?
Me parece mal, pero todavía encuentro peor que sea la misma persona la que redacte los horóscopos y el tiempo, como lamentablemente parece que ocurre en algunos periódicos. Hay que tener cuidado cuando buscamos información y acudir a las fuentes más especializadas que podamos, porque hay algunos medios que ponen muy poco cuidado en la elaboración de las previsiones. Por suerte son las menos, y cada vez hay más profesionales a cargo de la sección del Tiempo no sólo en televisión, también en radio y prensa.

¿Cómo ve la divulgación científica en nuestro país? ¿No tiene la impresión de que los científicos siguen estando lejos del ciudadano?
Sí, el mundo científico es bastante inaccesible para el que no está cerca de universidades u otros centros dedicados a la investigación, sin embargo creo que parte de culpa la tienen los propios científicos que no se preocupan demasiado por divulgar su trabajo. Nosotros en Aragón TV, por ejemplo, intentamos acercar la Meteorología y la Climatología al telespectador, en la medida en que podemos, claro, porque el tiempo dedicado a la información meteorológica es limitado, y el objetivo principal es dejar claro qué tiempo hará mañana.

No es pregunta de examen, pero díganos cuál es la característica climatológica más destacada de la comarca del Matarraña.
El Matarraña por su situación, está muy influenciado por las situaciones del este, por el Mediterráneo, y tiene características que no se dan en ningún otro punto de Aragón, como las lluvias de carácter torrencial en otoño. La gota fría mediterránea llega a veces hasta aquí. Seguro que más de uno recuerda el episodio de lluvias intensas en octubre del 2000, con cantidades de agua registradas en los pluviómetros del orden de 450 mm, y el derrumbe del puente sobre el río Tastavins en Peñarroya.



La meteorología como tal sólo está incluida en nuestros programas de enseñanza de forma testimonial, ¿qué opinión le merece?
Me parece una pena. La Meteorología es muy interesante por sí misma, pero además, es una ciencia que nos puede enseñar muchísima Física. Se pueden aprender nociones básicas de óptica a través de un arco iris y física de fluidos explicando porqué sopla cierzo…así con gran parte de los procesos que ocurren en la atmósfera. Y no olvidemos las matemáticas…la climatología es estadística pura.

¿Existe algún tipo de relación entre ustedes y sus telespectadores?
Sí, y es una de las facetas más gratificantes de nuestro trabajo. Recibimos muchos correos a diario que envían fotos, lo cual agradecemos enormemente porque enriquece mucho el programa, otros expresan dudas sobre el Tiempo, hacen sugerencias y también nos felicitan o dan un tirón de orejas si algo no ha sido de su agrado. Hay quien escribe enfadado porque por ejemplo, no nombramos su pueblo tanto como le gustaría, pero aprovecho para decir que muchas veces no hablamos de una determinada localidad simplemente porque no tenemos datos de ella. Animo a todos los que dispongan de una pequeña estación meteorológica a que nos envíen valores de temperaturas máximas, mínimas o precipitación para poder incluirlos en nuestro espacio. Ya contamos con una red de colaboradores que nos gustaría mucho ampliar.

¿Qué retos tiene actualmente la meteorología?
El reto es hacer previsiones cada vez más fiables a corto y sobre todo a medio y largo plazo. Se trabaja en aumentar el horizonte de previsión.

El clima cambia, ¿en qué medida estamos modificando la velocidad de ese cambio?
Efectivamente el clima siempre ha cambiado, pero la aportación que el hombre está haciendo a este cambio natural, acelera el proceso. Esta rapidez va a hacer que sea más difícil amoldarnos a las nuevas condiciones. Sufrirán más los más vulnerables y perderemos biodiversidad y calidad de vida en muchos casos.

Profesionalmente ¿de qué se siente más orgullosa o satisfecha?
Creo que como cualquier profesional que desempeña un mismo trabajo durante 15 años, siento que he evolucionado y que las previsiones, lo que hablábamos ante de la experiencia, son cada vez más afinadas. Por otro lado, tanto tiempo de rodaje te hace sentirte más cómoda frente a la cámara, y eso hace que puedas comunicar con más naturalidad los pronósticos. También se aprende mucho de los errores, y en tanto tiempo os podéis imaginar que ha habido algunos…

De todas las personas que ha conocido en su vida profesional, ¿cuál le ha impactado más? ¿por qué?
Hay mucha gente con la que he trabajado en el medio televisivo que me parecen excelentes

profesionales, no sólo meteorólogos, también editores o redactores. Guardo buenos recuerdos sobre todo de los que dan importancia al espacio del Tiempo, y puedo por suerte, nombrar a unos cuantos. Y en lo que al Tiempo se refiere, José Antonio Maldonado por ejemplo, me parece que ha sido siempre muy riguroso con la información. Por otro lado, de Mario Picazo, con el que trabajé durante años, admiro que supo darle otro aire al espacio del Tiempo y empezó a explicar cosas cuando nadie lo hacía todavía en una televisión nacional. Creo que fue el primero que habló de huracanes. No olvido a Jordi Cruz y Jorge Robles de Antena 3, que enseñaron a una recién licenciada en Físicas los entresijos de la televisión. Y en Aragón TV he conocido a Eduardo Lolumo que siente un entusiasmo por la Meteorología que no había conocido en nadie hasta ahora.

J. Antonio Maldonado

¿Puede contarnos algún recuerdo de su vida estudiantil?
Tengo muchos y la verdad es que gratos, del colegio, del instituto, de la universidad….de esos últimos años recuerdo los de la especialidad, cuarto y quinto, que fueron muy divertidos porque nos juntamos gente de toda España en la Complutense de Madrid (sólo allí y en Barcelona se podía estudiar Física del Aire) y pasamos ratos muy buenos.

¿Le gustaría dar algún consejo a los estudiantes de secundaria?
Como soy madre, voy a dar un consejo de madre: ¡Estudiad! Fuera de broma, si uno se organiza hay tiempo para todo, para divertirse y para el estudio, y merece la pena el esfuerzo. La vida profesional es muy larga y el trabajo absorbe mucho de nuestro tiempo, así que es importante hacer algo que a uno le guste y que le de ciertas satisfacciones.

¿Qué debería saber todo el mundo sobre meteorología?
Las limitaciones que todavía tienen hoy por hoy las previsiones, ¡y que los hombres y mujeres del tiempo no tenemos la culpa!

E. Lolumo y E. Berlanga

¿Puede recomendarnos algún libro (no necesariamente de ciencias) o algún disco que le guste especialmente?
Me gusta mucho la música y de casi todos los tipos, (mi marido dice que canto hasta la música del telediario) y puedo escuchar desde flamenco hasta *Sabina* pasando por *la Ronda de Boltaña*. Me gusta mucho *REM* y hay canciones puntuales como *Roxanne* de *Police* que pueden cambiarme el estado de ánimo.
Y libros siempre recomiendo un clásico que nadie debería dejar de leer, *"Cien años de soledad"*. Últimamente he estado enganchada al autor japonés *Haruki Murakami*, y me han encantado también, libros como "*Cometas en el cielo*" o "*La joven de la perla*".

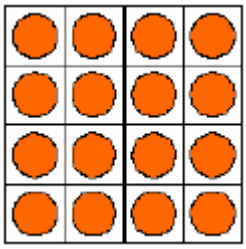
Tres problemas fáciles

1. Es posible "pasearse" por todo el tablero de ajedrez con un caballo:

1	48	31	50	33	16	63	18
30	51	46	3	62	19	14	35
47	2	49	32	15	34	17	64
52	29	4	45	20	61	36	13
5	44	25	56	9	40	21	60
28	53	8	41	24	57	12	37
43	6	55	26	39	10	59	22
54	27	42	7	58	23	38	11

Pero te pedimos algo más fácil: coloca 12 caballos en un tablero de ajedrez, de modo que cada casilla esté ocupada o amenazada.

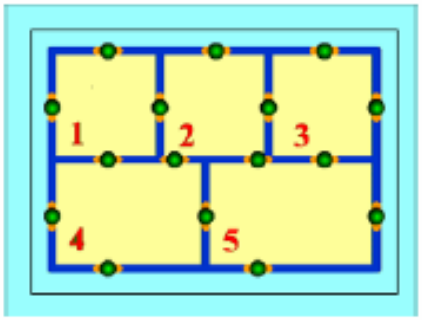
2.- Quita 6 fichas de modo que cada fila, cada columna y cada diagonal tenga el mismo número de fichas.



3.- Un cocinero y una cocinera pelaron 400 patatas; ella pelaba tres por minuto y el dos por minuto. El cocinero trabajó 25 minutos más que la cocinera. ¿Cuánto tiempo trabajó cada uno?

Tres problemas un poco difíciles

1. ¿Puedes cruzar todas las puertas de esta casa con una línea continua pasando sólo una vez por cada una?



2.- En un interrogatorio a tres sospechosos se han recogido las siguientes declaraciones:

- Sanz: "Yo no fui, Pérez tampoco"
-Pérez: "Lo hizo González, Sanz no fue"
-González: "Soy inocente, fue Sanz"

Sabemos que uno dice la verdad, otro miente y otro dice parte verdad y parte mentira. ¿Quién es el culpable?

3.- El 29 de junio a las 18:37:45, se produce un extraño fenómeno: 29-06 18:37:45 utiliza todas las cifras de 0 a 9 sin repetir. ¿Cuándo ocurre esto por primera y última vez en el año?

Casi una broma:

$$1 = \sqrt{1} = \sqrt{(-1)\cdot(-1)} = \sqrt{(-1)}\cdot\sqrt{(-1)} = i\cdot i = -1$$

Envíanos tus respuestas y participarás en nuestros sorteos. Recuerda nuestras direcciones:

materranya@yahoo.es

http://materranya.iespana.es