

¡Los meteorólogos no podemos escapar de las probabilidades!

ANDERS PERSSON, SOCIEDAD METEOROLÓGICA SUECA

Anders Persson trabajó en el Servicio Meteorológico sueco (SMHI), durante los años 1967-90 y 2002-07, en el Centro Europeo de Predicción a Plazo Medio (ECMWF) como miembro del personal de la Sección de Operaciones Meteorológicas, de 1991 a 2001 y como consultor de la Oficina Meteorológica del Reino Unido en 2008-10. Además en los períodos 1983-87 y 2003-11, fue consultor a tiempo parcial del ECMWF en torno a la cuestión del mejor uso de las predicciones a plazo medio del ECMWF.

En su artículo sobre el futuro de las predicciones probabilísticas del tiempo, en un reciente número de Tiempo y Clima, Ángel Rivera, planteaba cuestiones importantes, en parte influenciado por un artículo de Robert Mureau publicado en 2012: “Ya desde el mismo título de su contribución, [Mureau] se pregunta si el público realmente quiere predicciones probabilísticas y concluye que no, a excepción de algunos usuarios muy especializados de sectores como la energía o el transporte. Considera que algo ha ido mal para que esto suceda y se plantea la necesidad de una reflexión para ver cómo podría corregirse esa situación en los próximos años”.

Puede que Mureau, Rivera y muchos más estén preocupados, pero creo que un montón de otros colegas mantienen un silencio bastante complaciente: ¿Por qué molestarse con esas probabilidades incómodas cuando el público no las quiere?

Lo que se refleja es una actitud hacia la predicción probabilística como algo que se hubiera impuesto a la comunidad meteorológica desde 1992 a raíz de la puesta en marcha del sistema de predicción por conjuntos (EPS). Sin embargo el pronóstico probabilístico tiene raíces muy antiguas dentro de la predicción meteorológica, incluso desde la década de 1900 cuando fue defendido por el americano Clement Abbe y el sueco Anders Ångström entre otros. No funciona de forma aislada de la predicción determinista, sino que está vinculado a ella, matemática, operativa y psicológicamente, de un modo coherente.

En este artículo trataré de por qué la comunidad meteorológica tiene, obviamente, problemas con las probabilidades. Se ha llegado a una situación en la que muchos meteorólogos, a sabiendas de lo que es “políticamente correcto”, respaldan por un lado el uso de probabilidades, y por otro lado tratan de evadirse de su uso mediante adopción de diferentes formas de enfoques cuasi-deterministas.

En el artículo pretendo sugerir que los problemas con las probabilidades en la predicción meteorológica son, por mi propia experiencia, parte del problema más amplio de adaptar conceptos estadísticos. La conclusión es que la comunidad meteorológica no puede “hacer desaparecer” las probabilidades o la incertidumbre. Para remediar la situación sugiero al final el diseño de un “curso de capacitación” en estadística para meteorólogos.

1. Mi evolución como predictor meteorológico

Cuando entré en la predicción del tiempo en la década de 1960 nos basábamos en “la experiencia sinóptica” sustentada por la teoría frontal de la “Escuela de Bergen” y hasta cierto punto por las teorías de la “Escuela de Chicago” sobre las ondas planetarias. Se suponía que debíamos informar al público y a los usuarios específicos sobre “cómo va a ser el tiempo” con gran detalle tanto temporal como espacialmente.

Cuando, tras cinco o seis años como “Predictor auxiliar” me convertí en “Predictor senior” me empecé a cuestionar la cultura de predicción determinista imperante. Durante una visita a la Oficina Meteorológica del Reino Unido en el año 1975 aprendí que una forma de hacer frente a la incertidumbre del pronóstico era simplemente limitar la información de la predicción. Esa estrategia hacía el mensaje más fácil de entender, recordar e interpretar. Como más tarde descubrí que al filtrar los detalles menos predecibles también mejoraba la calidad del pronóstico y se minimizaban los “saltos” en la predicción (es decir, la inconsistencia entre una y otra pasada de los modelos)

Sin embargo, esas escalas menos predecibles podrían contener información importante. Al dejarlas fuera corremos el riesgo de tirar la fruta madura con la podrida. La solución fue utilizar probabilidades.

Cuando era predictor aeronáutico en los aeropuertos de Gotemburgo y Malmoe me había familiarizado con el Pronóstico de Aeródromo (TAF). Su código con partes deterministas, complementados con partes probabilísticas, proporcionaba una manera excelente y equilibrada para comunicar la información meteorológica.

Las probabilidades eran, sin embargo, consideradas entonces por los meteorólogos principalmente como una forma de “cubrirse la espalda”. Mis colegas en el aeropuerto de Malmoe solían burlarse de uno de nuestros colegas, Torsten, por hacer “predicciones elásticas” con TEMPO o PROB para estratos y / o mala visibilidad en situaciones que acababan en CAVOK (techo y visibilidad OK). Pero no pasó mucho tiempo sin que me diera cuenta de que en un terreno llano de 72 m sobre el nivel del mar y cerca de los estrechos daneses, TEMPO y PROB para estratos o baja vi-

sibilidad era la orden del día. Los pilotos no objetaban las predicciones de Torsten, por el contrario; cuando confiadamente podía prometer CAVOK podían creerle.

El escepticismo acerca de las probabilidades también se impuso en la Oficina Central de Predicción del SMHI. Sin embargo, uno de mis colegas con visión más amplia, Erik Liljas, pensaba lo contrario y trajo como consultor al meteorólogo y estadístico estadounidenses Alan Murphy. De sus conferencias y ponencias aprendimos que las predicciones de incertidumbre, en particular expresadas como probabilidades, servían de valiosa información adicional al pronóstico. En lugar de pretender que hiciéramos predicciones exactas y perfectas, era mejor estrategia admitir nuestra incertidumbre en la predicción y tratar de estimar el grado de esa incertidumbre.

Pero si la información de la incertidumbre, y en particular las probabilidades, son una valiosa información adicional, ¿por qué la gente no las pide? ¿Y por qué muchos meteorólogos están descontentos con el estado actual de la cuestión? Para responder a estas preguntas debemos estudiar a) la actitud del público ante la información acerca de la incertidumbre, b) el papel de la estadística en la predicción meteorológica y c) la historia de la predicción por conjuntos.

2. La demanda del público por respuestas categóricas

Es una creencia casi incuestionable entre la comunidad meteorológica que “el público no entiende las probabilidades”. Yo no estoy tan seguro. Cuando, en 1992, lanzamos el EPS en el ECMWF, el partidario más fiel de la predicción de probabilidad fue nuestro “Chef du cuisine” en el restaurante del personal. Se desplazaba diariamente en coche entre Reading y Basingstoke y escuchaba en Radio Berkshire las predicciones de probabilidad de carreteras resbaladizas. A lo largo de los años había aprendido a relacionar las probabilidades con sus propias experiencias sobre las condiciones de la carretera.

Sin embargo es cierto que una mayoría de la opinión pública y muchos usuarios quieren predicciones deterministas. La razón principal de eso es, según creo, que quieren que los meteorólogos tomen la decisión por ellos. Una predicción de probabilidad como por ejemplo “25 % de probabilidad de > 10 mm/12h” les obligaría a tomar sus propias decisiones y no habría nadie a quien culpar si fuera equivocada. En casos de mala predicción servimos como chivos expiatorios y se nos presenta como idiotas incompetentes. Pero es sólo un ceremonial para redirigir la culpa de los que toman las decisiones. Si realmente fuéramos incapaces, habríamos sido, por supuesto, reemplazados. En cambio, somos silenciosamente “rehabilitados” para servir como corderos de sacrificio en el próximo episodio meteorológico grave.

¿Pero, es que no nos queda más que elegir entre una Escala de fácil comprensión popular, la predicción determinista, y una Caribdis de difícil e impopular predicción probabilística? En el verano de 1986, en concreto el 5 de julio, mientras veía el tiempo en la BBC, una tercera vía pareció abrirse.

En la pantalla estaba el jefe de predicción de la BBC, Bill Giles, hablando sobre la incertidumbre de una depresión desarrollándose en el Golfo de Vizcaya. Nos decía por qué la borrasca en desarrollo podría moverse hacia el sur de Inglaterra, pero tam-

bién por qué podría encaminarse hacia el norte de Francia. Me sorprendió cuando lo vi, “que inteligente es” me dije. Se las había arreglado para convertir una debilidad potencial, sin saber exactamente lo que iba a pasar, en un punto fuerte. Si los predictores tenemos la ocasión de presentar situaciones meteorológicas inciertas de manera honesta, tendremos la oportunidad de demostrar nuestro conocimiento y experiencia meteorológica.

Desde entonces, durante mis años en Gran Bretaña vi este “truco” escenificado por los meteorólogos de la BBC en varias ocasiones. El caso más drástico se produjo a mediados de diciembre de 2011. La borrasca atlántica que se acercaba era muy impredecible, con gran dispersión en los conjuntos y en los modelos deterministas de predicción numérica del tiempo (PNT) cambiando drásticamente de una pasada a otra. ¡En una salida del modelo ni siquiera había borrasca! Con todo ello, nadie sabía realmente si Gran Bretaña se vería afectada por las inundaciones, nieve o viento y dónde.

En lugar de tomar una actitud resignada y culpar al “poco fiable ordenador”, los predictores de la BBC, guiados por la Met Office, reconocieron las grandes incertidumbres y presentaron la situación a medida que evolucionó de manera profesionalmente honesta. Esto no solo impresionó fuertemente al público británico, sino que consiguió el aprecio de los predictores por parte de las direcciones de la Met Office y la BBC e incluso del Gobierno del Reino Unido. Sus presentaciones convirtieron tan hábilmente su debilidad en fortaleza que pocos notaron que nunca se le ofreció al público un pronóstico categórico de “qué va a pasar” con el tiempo hasta el último momento.

Las incertidumbres, presentadas en la forma profesional adecuada ofrecen oportunidades a los predictores para subrayar su profesionalidad - con tal de que rompan con algunas actitudes arraigadas hacia el pensamiento estadístico.

3. El papel de la estadística en la predicción meteorológica

Durante largo tiempo los métodos estadísticos en la predicción del tiempo fueron considerados de igual potencia que los métodos dinámicos. Una comparación entre ambos métodos, dirigida por Edward Lorenz a final de los años 1950, acabó básicamente en empate. Sin embargo, con los crecientes recursos informáticos los métodos dinámicos ofrecieron mayor potencial de mejora que los estadísticos. A partir de entonces la estadística serviría como una herramienta secundaria, aunque todavía importante, de apoyo a la PNT.

Suecia era en aquel tiempo, junto con EE.UU. y el Reino Unido, pionera en la Predicción Numérica, pero la calidad de las predicciones era todavía bastante baja. Eran los días de los modelos quasi-geostroficados con diseños que restringían su capacidad para predecir condiciones meteorológicas extremas, pero como hemos podido ver la PNT fue lentamente haciéndose mejor y mejor.

3.1 VERIFICACIÓN DE PREDICCIONES

Con el creciente éxito de la predicción numérica del tiempo los modeladores se hicieron excesivamente confiados y empezaron a correr la voz de que “en 5 o 10 años no necesitaremos ningún predictor”¹. Esto, por supuesto, creó una animosidad entre

¹ Cuando escuché esto por primera vez en 1966, al inicio de mi formación meteorológica, decidí no creer en ello. Mucho más tarde, durante una investigación sobre la historia de la PNT, encontré pruebas de que había sido una estrategia política para asegurar la financiación. Las autoridades que proporcionaban el dinero no estaban tan impresionados por las promesas de predicciones “mejores” del tiempo, como por las de predicciones “más baratas”.

¡Los meteorólogos no podemos escapar de las probabilidades!

ellos y los predictores que ha perdurado hasta nuestros días. En su lucha interna ambos bandos usaron estadísticas de verificación para argumentar su caso. Por tanto, las verificaciones de la predicción en los institutos meteorológicos raramente se llevaron a cabo por una unidad independiente.

Sin embargo, ambas partes tenían problemas con las interpretaciones de las verificaciones que rara vez mostraban que sus predicciones fueran tan “buenas” como se percibía. Los intentos de “maquillar” resultados estadísticos pobres contrastaban con su incapacidad para hacer interpretaciones correctas. La simplicidad matemática de la mayoría de los resultados de verificación puede dar la impresión de que las interpretaciones serán también simples. Eso no es generalmente el caso. Durante mi etapa en el ECMWF se acuñó la frase: “Lo que parece bueno podría ser malo y lo que parece malo podría ser bueno”.

3.2 INTERPRETATION ESTADÍSTICA

De la verificación a la corrección de errores sistemáticos de predicción sólo hay un pequeño paso. Durante la década de 1970 el modelo independiente Perfect Prog Method (PPM) se sustituyó por el modelo de regresión lineal dependiente Model Output Statistics (MOS). Una de las mejores descripciones de estos métodos se encuentra en las actas del Seminario del ECMWF de 1982 dedicado a la interpretación de productos de predicción numérica del tiempo, <http://www.ecmwf.int/publications/library/do/references/list/1616>

Cuando llegué al ECMWF medio año más tarde, me encontré con una gran animosidad contra la interpretación estadística, en particular el MOS, probablemente debido a que se veía como un competidor, ya que mejoraba las previsiones tanto como unos diez años de desarrollo del modelo. Peor aún, desde el punto de vista de los modeladores, para mantener una muestra estadística suficientemente grande de predicciones para el análisis de regresión del MOS los meteorólogos querían congelar el desarrollo de la predicción numérica del tiempo, o al menos mantener la versión antigua de los modelos de PNT.

Una manera de evitar este problema consistía en aplicar esquemas de interpretación estadística de adaptación, a menudo con un filtro de Kalman como herramienta básica. Se aceptaban por los creadores de modelos de predicción numérica, pero asustaban a los predictores ya que estos sistemas automáticos parecen ser una réplica de los predictores experimentados

3.3 LA PREDICCIÓN PROBABILÍSTICA

La predicción probabilística se ha aplicado tradicionalmente con más éxito en Norteamérica, donde aparece en las emisiones de televisión, así como en los periódicos. Lo que se considera “difícil” en Europa no parece causar grandes problemas allí. No creo que los estadounidenses sean más inteligentes o estén mejor instruidos que los europeos, la única explicación debe ser que el público estadounidense ha sido expuesto a predicciones de probabilidad más veces que los europeos y, al igual que el “chef du cuisine” en el ECMWF, han aprendido a vincu-

lar por experiencia esas predicciones probabilísticas con lo ocurrido posteriormente.

En lugar de echar la culpa al público “que no entiende las probabilidades” creo que tenemos que preguntarnos si el problema con las probabilidades se encuentra más bien dentro de la comunidad meteorológica.

3.4 LA TRADICIÓN DETERMINISTA EN METEOROLOGÍA

En una conjetura altamente determinista de “Essai philosophique sur les probabilités” Pierre Simon Laplace, nos invita a considerar el estado presente del universo como el efecto de su pasado y la causa de su futuro:

«Une intelligence qui, à un instant donné, connaîtrait toutes les forces dont la nature est animée et la situation respective des êtres qui la composent, si d'ailleurs elle était suffisamment vaste pour soumettre ces données à l'analyse, embrasserait dans la même formule les mouvements des plus grands corps de l'univers et ceux du plus léger atome ; rien ne serait incertain pour elle, et l'avenir, comme le passé, serait présent à ses yeux.»²

Esta conjetura, a menudo llamado “el Demonio de Laplace”, ha tenido una gran resonancia en la mecánica clásica de la cual la meteorología dinámica es una rama. Ha servido de gran inspiración para muchos grandes meteorólogos escandinavos, desde Vilhelm Bjerknes a Lennart Bengtsson.

¿Y por qué no? Con una mejora de las predicciones del ECMWF de aproximadamente un día por década, y sin que esa mejora decline, la predecibilidad parece poder extenderse hasta la eternidad. El progreso es tan emocionante de seguir como el viaje de una de las sondas espaciales que salen de nuestro sistema solar y se dirigen hacia las estrellas más cercanas. En este sentido, la gran historia de éxito tecnológico del ECMWF es comparable al de otras instituciones tecnológicas como el CERN, la NASA y el telescopio espacial Hubble. Considerando que dichas instituciones exploran los límites del micro o macro Cosmos, el ECMWF explora los límites del determinismo y la posible existencia del Demonio de Laplace.

El otro lado de la moneda ha sido que las detalladas y aparentemente fiables predicciones a 10 días del ECMWF parecían hacer redundantes las ideas acerca de la incertidumbre y de las probabilidades. Los predictores pronto descubrieron que podían seguir ciegamente con seguridad lo que salía del ordenador: cuando era correcto podían quedarse con el crédito; si se equivocaba, podían echar la culpa al ECMWF, que después de todo tenía los mejores y más rápidos ordenadores.

4. La historia de la predicción por conjuntos

No obstante, ha habido siempre un importante “problema” con las predicciones a 10 días del ECMWF: sus “saltos”. Mientras que se necesitan cinco días para darse cuenta que una predicción a 5 días está equivocada, en 12 horas una predicción previa parecerá equivocada si la contradice una posterior. Este problema

se puso de relieve por un grupo de meteorólogos holandeses durante un taller en el ECMWF en 1986:

“La creciente sofisticación de nuestros usuarios profesionales hace más y más difícil mantener nuestra reputación profesional. Nuestros usuarios descubren una y otra vez que las predicciones a plazo medio sufren cambios significativos de un día para otro y con bastante frecuencia una predicción de plazo medio no es consistente con la que se difundió el día anterior. ¿Queremos realmente que el público acabe siendo tan cínico sobre la predicción del tiempo como muchos de nosotros sobre las predicciones económicas?” (Tennekes et al, 1986)

El grupo holandés argumentó que “ninguna predicción está completa sin una predicción de su fiabilidad” y que había llegado el momento “para que la fiabilidad de las predicciones sea uno de los objetivos centrales de la investigación en previsibilidad... es una cuestión de credibilidad.”

El problema de “predecir si la predicción es fiable” fue objeto de mucho trabajo en el ECMWF en los años 1980. El enfoque principal era encontrar una relación estadística entre la fiabilidad del “salto” más reciente y diversas magnitudes predictoras asociados al tipo de flujo y los “saltos”. El objetivo era que un predictor pudiera algún día basar con confianza su perspectiva en el sistema de predicción determinista de alta resolución a 10 días del ECMWF (HRES) hasta, digamos, cinco días, y al día siguiente quizá hasta siete días.

El trabajo de “predecir la fiabilidad de la predicción” no arrojó resultado útil alguno, porque el problema estaba incorrectamente planteado. Cualquier información sobre los “saltos”, es decir, sobre la dispersión de las predicciones, debe relacionarse con la fiabilidad de la media de esas predicciones antes que con cualquier predicción individual.

Con el aumento de la capacidad de ordenador fue posible en 1992 aplicar una técnica de Monte Carlo modificada al problema. Brevemente: el análisis inicial fue perturbado al azar en un conjunto de igualmente posibles análisis iniciales. Cada uno de ellos se corrió en una versión algo más simple del modelo, creando un conjunto de igualmente posibles predicciones a 10 días. Este Sistema de Predicción por Conjuntos (EPS), ha servido, desde su mejora en 1996, para toda una serie de demandas efectivas en plazo medio:

1 Como fuente de predicciones deterministas: La media de los miembros del Ensemble (EM), o su mediana, proporcionarían la estimación de error mínimo de una predicción determinística. La dispersión en torno a la media indicaría su exactitud. Una ventaja adicional y muy importante, es que la EM es mucho menos “saltarina” que las predicciones del HRES.

2 Como fuente de predicciones probabilísticas: La proporción de predicciones por conjuntos dentro de ciertos intervalos o que superan determinados umbrales podría ser utilizada para calcular las probabilidades para esos intervalos o umbrales. También serían posibles los cálculos de las probabilidades combinadas (por ejemplo, para lluvia intensa y vientos huracanados). Al

relacionar las probabilidades con sus valores climatológicos se alcanzaría un conocimiento aún mayor.

3 Como resumen sinóptico: Al agrupar juntos los miembros del conjunto similares en grupos (*clustering, clusters*) los predictores no tendrían que examinar todos los miembros del conjunto de forma individual. Con un número limitado de grupos (≤ 6) los predictores podrían relacionar fácilmente las probabilidades con los regímenes de flujo sinóptico de la predicción.

No es así, sin embargo, como se ha utilizado principalmente el EPS por los predictores operativos, ni como se ha promocionado por los científicos y los modeladores.

1. LA EM (O LA MEDIANA) COMO FUENTE DE PREDICCIONES DETERMINÍSTICAS:

1.1 La EM del EPS fue desde el principio recibida con cierto recelo por los diseñadores de modelos del ECMWF. Sabiendo que sus predicciones podrían ser más precisas que las del HRES y mucho más estables, era vista, desde luego, como un competidor no deseado.

1.2 Los modeladores probabilísticos temían que si los predictores usaban la EM se sentirían tan aliviados de incertidumbres y “saltos” que perderían interés por las probabilidades.

1.3 Ya que sólo necesitaba una docena de miembros para calcular una EM aproximada, no 30 ó 50, los modeladores con mentalidad informática vieron el peligro de que un mayor uso de la EM podría hacer más difícil motivar mejoras del sistema informático.

1.4 La educación y experiencia principalmente en el corto plazo de los predictores, donde las zonas frontales y las inestabilidades baroclínicas juegan un papel importante, hacía que estuvieran poco acostumbrados a utilizar la EM donde esas características sinópticas se suavizan cuando la dispersión de los conjuntos crece hasta cierto punto.³

1.5 Diferentes grupos asumieron por sí mismos esas dudas y se unieron en torno al argumento de que la EM no podía servir como pronóstico, ya que, como promedio, no representaba un estado físico posible de la atmósfera. Eso es cierto, pero irrelevante, ya que lo que queremos es el pronóstico determinista más exacto, no una bonita ilustración para un libro de texto meteorológico.

1.6 Otro argumento era que en los casos de bimodalidad, es decir, dos regímenes de flujo distintos, la EM sería completamente irreal, quedaría “entre dos aguas”. La bimodalidad resultó mucho menos frecuente de lo esperado (véase el apartado 3.1), pero incluso en esos casos puede demostrarse que la EM proporciona la “mejor estimación” de predicción determinista.

1.7 También se decía que promediar mediante la EM hacía naufragar la consistencia física entre los diferentes parámetros meteorológicos. Eso también es cierto, pero también ha sido desde siempre

² “Una inteligencia que en un determinado momento conociera todas las fuerzas por las que la naturaleza está animada y la situación respectiva de los seres que la componen y que fuera también lo suficientemente vasta para someter esos datos al análisis, abarcaría en una sola fórmula los movimientos de los cuerpos más grandes del universo y los del átomo más pequeño; para tal intelecto nada podría ser incierto y tanto el futuro como el pasado estarían presentes ante sus ojos.”

³ Antes de 1980 los predictores de plazo medio estaban bastante habituados a trabajar con mapas promediados temporal y espacialmente. Fue en esos mapas donde CG Rossby descubrió sus ondas a finales de la década de 1930.

¡Los meteorólogos no podemos escapar de las probabilidades!

el caso de los modelos deterministas con respecto a los pronósticos de precipitación (valores acumulados a lo largo de un intervalo de tiempo) y, por ejemplo, para las predicciones de nubosidad (valores instantáneos).

1.8 Quienes favorecían el HRES y no la EM como proveedor de información para la predicción determinista utilizaban el argumento de que el HRES era un “mejor modelo”, gracias a sus mayores resoluciones verticales y horizontales. Eso fue desde luego un problema en los primeros 4-5 años, pero desde entonces esas diferencias de modelo han importado cada vez menos. Si la salida del HRES fuera hoy reemplazada en secreto por la salida determinista de la predicción de Control del EPS pocos notarían diferencia alguna.

1.9 La promoción del HRES por encima de la EM del EPS tuvo a veces tono de parodia. Si las predicciones del HRES obtenían mejores resultados que cualquier otro modelo externo, se decía que “el modelo del ECMWF es el mejor”. Cuando la EM se comportaba mejor que el HRES se decía que es “mejor para minimizar el RMSE (Raíz cuadrada del error cuadrático medio)”.

2. PROBABILIDADES Y DISPERSIÓN:

Tampoco las probabilidades eran un tema muy prioritario cuando se inició el EPS en 1992. Su uso principal se veía como una “predicción de la fiabilidad de la predicción”, de la fiabilidad que podía esperarse de la predicción determinista del HRES de entonces. Pero no todo el mundo estaba contento con aquello. Un directivo de una institución meteorológica expresó su opinión de que “¡lo que queremos es mejores predicciones, no un pu****ro índice para decirnos lo equivocadas que están!”

2.1 El enfoque de “predicción de fiabilidad de la predicción” es tan problemático cuando se aplica al EPS como a las previsiones rezagadas, porque la dispersión está relacionado con el error esperado de la EM, no con cualquier predicción individual, ya sea la del HRES, la predicción de Control del EPS o cualquier miembro.

2.2 A las diferencias entre los modelos HRES y EPS, que se destacaron en favor de las predicciones determinísticas (ver 1.6 arriba), se les restó después importancia a fin de promover el uso del EPS para medir a priori la fiabilidad del HRES.

2.3 Incluso si consideramos el HRES como un modelo “mejor” esto es sólo cierto, a lo sumo, en el corto plazo y en su papel como simulador del movimiento atmosférico. La capacidad del HRES para predecir extremos, ligeramente mejor que la predicción de Control del EPS, es irrelevante debido a la incapacidad de ambos modelos para proporcionar estimaciones de certeza. Para la predicción de plazo medio, propósito para el que se estableció el ECMWF, el EPS es, por consiguiente, superior tanto a la predicción del HRES como a la de Control del EPS.

2.4 La manera más segura de usar la dispersión del EPS para estimar a priori la fiabilidad del HRES es hacerlo sólo en casos con alta predecibilidad, cuando la dispersión es pequeña y una abrumadora mayoría de los miembros apoyan al HRES. Si la probabilidad de que un gran huracán impacte a Nueva York es del 80% todo

el mundo sabe lo que tiene que hacer, pero ¿puede todo el mundo sentirse seguro cuando el riesgo es “sólo” un 20%?

2.5 Hasta aquí hemos hablado de la dispersión del EPS. Las probabilidades, como se mencionó arriba, no estaban en el programa en 1992 y no pasaron a ser oficialmente reconocidas por el Comité Asesor Técnico (TAC) hasta 1995, tal vez para motivar el aumento de 32 a 50 miembros en 1996, un requisito importante para calcular probabilidades más fiables. Hasta entonces sólo las secciones de Predecibilidad y de Operaciones Meteorológicas habían promovido el uso de probabilidades en los cursos de formación y en las visitas a los Estados Miembros.

2.6 Una de las razones por las que el TAC, y en particular su presidente, eran escépticos fue porque en su opinión las probabilidades sólo se podían derivar de los sistemas MOS. La idea de que las probabilidades pueden calcularse a partir de la proporción de miembros del EPS se cuestionaba porque no sabíamos si todos los miembros eran igualmente probables, un argumento con el que Laplace tuvo ya que lidiar. Estos recelos a menudo reflejan la controversia entre las escuelas estadísticas frecuentistas y bayesianas, que se remonta a hace 200 años (aunque ninguno de nosotros se dio cuenta de eso en el momento).

2.7 El utilizar la información sobre dispersión de un sistema probabilístico para medir la precisión, no de la EM, sino de un modelo determinista único, puede dar lugar a incoherencias graves, como una predicción del HRES de viento de 17 m/s, y del EPS de solo un 30 % de probabilidad de vientos huracanados, o un 75 % de probabilidad de vientos huracanados por el EPS cuando el HRES predice sólo 7 m/s.

En la teoría estadística, la media aritmética se llama el “primer momento”, la varianza (dispersión) el “segundo momento” y la asimetría el “tercer momento”. Por tanto, las probabilidades del EPS se refieren de manera natural a la EM - no al HRES ni a cualquier modelo individual.

Es difícil, por supuesto, llegar a familiarizarse con los dos últimos momentos, que definen las probabilidades, si el primer momento se esconde debajo de la alfombra. En consecuencia, podemos discutir largamente sobre la utilidad de las probabilidades, pero mientras la media del conjunto o la mediana no salgan a relucir, las probabilidades estarán, por así decirlo, “colgando en el aire”.

Por tanto, la dificultad para entender las probabilidades en predicción meteorológica es mayor si las relaciones fundamentales en estadística no se conocen o se infravaloran para que sirvan a intereses estratégicos parciales.

3. GRUPOS

Los grupos se pueden construir de un número ilimitado de maneras, cada una con sus ventajas e inconvenientes. La que el ECMWF decidió aplicar en 1992 aseguraba que los miembros dentro de un grupo fueran sinópticamente similares durante los tres días a partir de $D + 4$ a $D + 7$. Este agrupamiento, al igual que cualquier otro algoritmo, fue originalmente concebido sólo como una manera de obtener una visión general del EPS, pero desde el principio tomó un papel tal vez demasiado importante.

3.1 Los científicos universitarios esperaban, a través del agrupamiento, encontrar apoyo a una hipótesis popular sobre “equilibrios múltiples” en el flujo atmosférico. Pero el agrupamiento sólo mostraba de vez en cuando bi o tri-modalidad, es decir, dos o tres patrones de flujo sinóptico diferentes. Lo que había era sobre todo un cambio bastante continuo de un grupo a otro.

3.2 El agrupamiento que hacía el ECMWF no tardó en ser objeto de críticas cuando se comprobó que, tras un cierto plazo de ejecución, los miembros individuales se encontraban “fuera” de su grupo. En esos casos un agrupamiento día a día hubiera sido mejor, pero presentaba a su vez otros problemas.

3.3 Algunas imágenes pedagógicas del EPS daban fácilmente la impresión de que la realidad verificada siempre se encontraría en el grupo más grande. Ese podría ser el caso cuando contenga > 80 % de los miembros, pero no cuando sean < 20 %.

3.4 Incluso si un grupo más poblado estuviera más cerca de la verdad estaría suavizado debido al proceso de promedio. Para los predictores parecería por tanto menos realista que grupos menos poblados por la razón opuesta: “conservan más detalles y parecen más realista”, un problema similar al mencionado antes en 1.4.

3.5 Para remediar este problema, el ECMWF ha hecho que en su nuevo algoritmo de agrupamiento el miembro más típico representa el grupo en lugar de que lo haga la media del grupo. Esto, sin embargo, ha abierto un malentendido conocido en la literatura psicológica: que lo que parece “típico” es también lo más probable.

3.6 En un discurso en diciembre de 2000 sobre el futuro del ECMWF, el Presidente del Consejo y Director del Servicio Meteorológico Alemán, Udo Gärtner, quería que encontráramos cual de los 50 miembros del conjunto era “el mejor”. Eso es una aplicación del “Modelo del Día”, un enfoque común de los predictores cuando se enfrentan a una multitud de modelos de predicción numérica del tiempo y tratan de averiguar cuál seguir.

3.7 Un enfoque similar ya se discutió en 1992, utilizar los grupos para juzgar cuál de dos pasadas sucesivas, pero “saltarinas”, del HRES era la más probable - o si no lo era ninguna. Una vez más, eso es otro intento de tratar de escapar de las probabilidades y encontrar un pronóstico determinista en el EPS.

En resumen: el uso de las probabilidades del sistema por conjuntos del ECMWF se ha visto obstaculizado no sólo por la razón comúnmente citada de que “las probabilidades son difíciles de entender”, sino también debido a los planes meteorológicos internos y la mala comprensión de los conceptos estadísticos básicos.

5. ¿Qué hacer?

Aunque hay, y siempre habrá, un elemento importante de estadística en la predicción del tiempo, raramente se refleja en los planes de estudios. He aquí el resumen de un curso de una semana sobre la teoría de probabilidades, que comienza a partir de las tres definiciones diferentes de probabilidad:

LUNES. La definición clásica de probabilidad. Se inicia con la figura familiar de lanzar monedas y los dados, para pasar a combinatoria donde, entre otras cosas, se hablará de los problemas de sumar o dividir probabilidades.

MARTES. Definición frecuencial de probabilidad y su implicación para la verificación de las predicciones probabilísticas, media, varianza y su significado. ¿Por qué no es posible engañar a una Puntuación de Brier “adecuada”? ¿Cómo es que parece conocer mi propia opinión?

MIÉRCOLES. La definición subjetiva de probabilidad. Desde las probabilidades condicionadas (la probabilidad de tener lluvia si hace viento no es normalmente la misma de tener viento si llueve) hasta el teorema de Bayes nos adentraremos en varias aplicaciones bien conocidas en predicción meteorológica.

JUEVES. Decisiones a partir de probabilidades. Desde el modelo elemental de coste-pérdida a modelos más complejos, como la teoría prospectiva de Kahneman - Twersky. También se examinará el valor de la incertidumbre total.

VIERNES. La psicología de las probabilidades. La comunicación de la incertidumbre no depende totalmente de los valores numéricos de las probabilidades. Las declaraciones verbales pueden funcionar igual de bien, así como los intervalos con probabilidades tácitas.

Las matemáticas de las probabilidades son bastante simples, por lo que el énfasis se pondrá en la comprensión conceptual.

6. Resumen

La introducción del EPS en 1992 fue visto como un cambio de paradigma en la predicción meteorológica operativa mediante la introducción de predicciones probabilísticas. Pero el pronóstico de probabilidad ha estado presente durante casi 100 años, así que quizás el cambio de paradigma real era más bien la introducción en torno a 1980 del sistema de predicción determinista de alta resolución a 10 días del ECMWF (HRES) que proporcionaba la ilusión de predicciones meteorológicas exactas, fiables y detalladas.

El problema de la predicción del tiempo continúa, sin embargo, siendo un asunto de probabilidades, nos guste o no. La cuestión es encontrar maneras de manejar ese problema a la espera de que se haga realidad el “Demonio de Laplace” en un futuro muy lejano.

Mientras tanto tenemos que asumir la incertidumbre. En este artículo se ha argumentado que la información sobre la incertidumbre de la predicción es un producto de ganancia segura: incrementa el valor de la predicción y ofrece a los predictores oportunidades para mostrar su destreza, experiencia y conocimientos, lo que hace que la gente confíe en sus pronósticos. Porque, como Alan Murphy solía subrayar, incluso si una predicción es muy precisa y sin incertidumbres, si no se confía en ella no servirá de nada.