

El futuro de la predicción meteorológica.

Ángel Alcázar Izquierdo
CPVD, INM,. C/. Vitruvio, 1 28006 Madrid, aalcazar@inm.es

Resumen

El futuro de la predicción meteorológica está condicionado por el desarrollo de los sistemas objetivos (modelos numéricos, técnicas de postproceso y tecnología de teledetección). Pero existen otra serie de factores, ligados a la definición del papel del predictor, al proceso de generación de un pronóstico meteorológico como decisión racional, y al medio utilizado para comunicar las predicciones, que condiciona la percepción de las predicciones por parte de los usuarios. Estos tres aspectos serán el objeto del presente trabajo.

Introducción.

La misión principal de un servicio meteorológico es la protección de la vida y las propiedades mediante un sistema de predicción. El público en general es uno de los usuarios más complejos debido a su carácter y necesidades diversas.

La bondad de un pronóstico meteorológico está ligada a la corrección de su percepción por el público y a su impacto social. Si preguntamos acerca de las características que debe reunir aparecerán seguramente términos nada meteorológicos como credibilidad, confianza, referencias a la visualización del pronóstico (que genere una imagen en la mente del usuario), que sirva para reaccionar y que mantenga su significado independientemente de quien lo reciba.

Un pronóstico meteorológico es una información que debe servir para adoptar decisiones, y si está bien hecho, la percepción del riesgo asociado ha de ser clara, aun cuando dicho pronóstico haya pasado a protección civil o a los medios de comunicación.

La exactitud de un pronóstico debe medirse desde la perspectiva del usuario del mismo. Una predicción meteorológica será recibida por el público en función del contraste entre los valores previstos y reales de las variables sensibles (temperatura, precipitaciones, nubosidad, viento, fenómenos adversos). Parece que el contraste con lo sucedido en la realidad permite una valoración de la

predicción como correcta o no, pero esto hay que matizarlo, pues salvo predicciones específicas locales, una predicción será valorada por el usuario de la misma solo en la medida en que se ajusten a su percepción (que no medida) de las variables sensibles. La comunidad de meteorólogos en cambio puede apreciar la calidad epistémica de la predicción, sobre todo de los diagnósticos para consumo interno, por ejemplo las guías técnicas de predicción, que definen el marco conceptual en el que se van a mover las predicciones.

No debemos tampoco olvidar las consecuencias económicas de algunas de las decisiones que han de adoptar los poderes públicos y los agentes privados en base a las informaciones meteorológicas. También debemos recordar la naturaleza temporal de la toma de decisión asociada a los pronósticos meteorológicos.

Por otra parte los mecanismos de valoración que realizan las unidades responsables de la verificación rara vez distinguen los pronósticos de los días en que persiste la situación meteorológica general y los cambios de tiempo, lo que probablemente aumente la diferencia entre la percepción de la predicción por el público y dicha verificación.

Reducir esta diferencia parece un objetivo razonable, y los distintos servicios meteorológicos están invirtiendo, buena parte de sus recursos en resolver este problema. Las soluciones pueden venir de las modificaciones de las herramientas interactivas de gestión de la información, de la mejora de las herramientas de producción, a fin de presentar las predicciones de forma que la percepción del pronóstico se acerque a la probable sensación general, del intento de aumentar la cultura meteorológica del público en general, y de la reestructuración interna que adecue nuestros procedimientos a las demandas de información meteorológica del público en general y especializadas.

Desgraciadamente la respuesta no es tan ágil como quisiéramos. Por una parte, existe en los servicios meteorológicos, sobre todo en los grandes, una cultura que piensa que todavía las soluciones pueden encontrarse exclusivamente en el desarrollo de los sistemas objetivos (modelos numéricos, técnicas de postproceso y tecnología de

teledetección), pero existen otra serie de factores que condicionan el futuro de la predicción, como puede ser, por ejemplo, la resistencia al cambio de los predictores.

El presente artículo va a tratar de presentar otros planteamientos que deben complementar al planteamiento exclusivamente ligado al desarrollo tecnológico, y que nos van a llevar a replantearnos el papel del predictor por una parte, y a analizar el proceso de predicción como una decisión racional.

El papel del predictor

Los modelos numéricos actuales son capaces de simular de modo realista las circulaciones de mesoescala, y provocan el consiguiente replanteo del papel de predictor, que ve modificada su papel y cuestionado el valor añadido que es capaz de proporcionar a la predicción objetiva.

Por otra parte, en nuestra búsqueda de la objetividad, la simplicidad y la precisión, utilizábamos modelos numéricos de predicción con conductas rígidas que nos son del todo útiles para sistemas complejos. Pero se pudo comprobar que algunos predictores eran capaces de adoptar decisiones en el proceso de predicción que le añadían un valor significativo comparado con la salida de los modelos numéricos. Esto ocurría en casos en que los modelos simplificaban en exceso. Como consecuencia, se introdujeron técnicas de postproceso que trataban de conseguir emular de alguna manera aquello que aportaba el predictor con su experiencia acumulada. Técnicas como la minería de datos (data mining), el aprendizaje estadístico (redes probabilísticas y neuronales), la lógica borrosa (fuzzy logic), o la predicción por análogos, se han incorporado junto a otras técnicas de postproceso reduciendo aún más el papel de los predictores. Es decir, el análisis del papel del predictor en el proceso de predicción ha llevado a la introducción de técnicas que han mejorado dicho proceso.

El campo de juego de los predictores se ha ido reduciendo a la generación de avisos de fenómenos adversos, la predicción a muy corto plazo. La vigilancia del comportamiento de los modelos numéricos a la hora de representar el comportamiento de las estructuras meteorológicas es ahora muy difícil y de dudoso valor, y son cada vez menos los fenómenos que no recogen los modelos. Solo quedan aquellos procesos determinados por la topografía local.

Todas estas mejoras han llevado a la necesidad de replantear el papel del predictor meteorológico en el futuro. Por un lado, habrá que

volver a los orígenes y fortalecer la capacidad de análisis y diagnóstico de la situación meteorológica, a partir de los datos de los modelos numéricos y de teledetección para saber cuándo se puede añadir valor a los mismos. En este campo serán muy importantes las unidades que se dedican a prestar apoyo técnico a las unidades de predicción.

Será muy necesario que se habiliten mecanismos que permitan la transmisión de experiencia y conocimiento entre los predictores meteorológicos. Habrá que conocer bien las necesidades de los usuarios, favoreciéndose la interacción con ellos a fin de actuar de puente entre la bondad de nuestras herramientas de predicción, nuestra capacidad de producción y la falta de conocimientos meteorológicos de los usuarios. Por último, será necesario buscar mecanismos para vencer la natural resistencia a los cambios, tecnológicos y organizativos, que conlleven la adopción de nuevos procedimientos de predicción.

El proceso de predicción como decisión racional

Con todo, la resistencia al cambio es en buena parte fruto de una falta de análisis interno de la generación de una predicción como un proceso de toma de una decisión racional. Conocer esas reglas, como hemos visto, ha servido a la inteligencia artificial para incorporar técnicas de postproceso que emulan parte de la aportación que antes realizaba el predictor, pero también debieran servir para reorientar su trabajo. Para ello parece adecuado utilizar las herramientas de análisis de la sociología del conocimiento.

La generación de un pronóstico meteorológico tiene bastantes similitudes y alguna diferencia con el proceso de elección entre teorías científicas, eso que el profesor Zamora ha denominado la lonja del saber.

El proceso de generación de una predicción es un proceso colectivo con una clara división del trabajo, por alcances espacio-temporales o especialidades (predicción básica, aeronáutica, marítima, agrícola, etc.), en el que participan, además de los predictores, personal de jefatura, y técnicos de apoyo. Se precisa coherencia entre las predicciones a distintas escalas espacio temporales, y dirigidas a diferentes destinatarios. Hay que tener en cuenta que este consenso al mismo tiempo que minimiza el error disminuye la capacidad predictiva.

Es un proceso bajo normas (procedimientos operativos y técnicos), definidas en un proceso en parte jerárquico, pero abierto a la participación y valoración por parte de todos los predictores, con mecanismos de puesta en común (seminarios,

reuniones técnicas, simposium). Se pueden identificar en el proceso normas de inferencia, relativas a acciones y relativas a sanciones. Dichas normas son explícitas en muchos casos.

La autoridad se manifiesta de dos maneras, ya que existe una estructura jerárquica, y por otra parte está el reconocimiento de los colegas. Algunos servicios meteorológicos han conseguido una implicación entre ambas, como la Met Office británica, pero dónde esto no ocurre, la posible disociación genera problemas dentro del juego de persuasión. Este es un proceso matizado, limitado al consenso necesario del que hemos hablado antes, a las reuniones técnicas y al proceso de definición de procedimientos. Está presente un cierto grado de competitividad, puesto que conviven predicciones de distinto origen, incluso dentro de un mismo servicio meteorológico.

También interfiere el factor prudencia: la racionalidad de la decisión se ve comprometida, ante un fenómeno de probabilidad escasa pero consecuencias importantes. Asimismo se utiliza la inducción eliminativa en el proceso de selección del modelo conceptual a utilizar. Por ejemplo, se descarta la posibilidad de nieblas si no va a existir humedad suficiente, o de formación de tormentas si no se van a alcanzar niveles significativos de los índices de inestabilidad.

En consecuencia, es necesario que los mecanismos que hemos identificado en el proceso de toma de decisión que constituye una predicción deben ser asumidos por la comunidad meteorológica. Esto exige que se cuide la legitimidad de la definición de normas y procedimientos operativos, que no entren en conflicto la autoridad jerárquica y la del conocimiento, y que funcionen adecuadamente los mecanismos de consenso. De todas maneras, la racionalidad del proceso, parece aconsejar la identificación de los responsables de cada hito del proceso. Los servicios meteorológicos más comprometidos en este sentido, han adoptado la decisión de que se firmen las predicciones, algunos sólo internamente y junto a la justificación técnica de la decisión, y otros incluso públicamente.

Comunicar las predicciones

Vivimos en un mundo en el que el acceso a la información es relativamente fácil, y en meteorología las fuentes de información son muy diversas, y de muy diversa calidad. Como siempre, el problema es transformar esa información en conocimiento suficiente para adoptar la decisión adecuada, a partir de la percepción del riesgo asociado a la predicción meteorológica. En ese

sentido no es lo mismo la predicción meteorológica para el día a día que para el tiempo adverso. Por otra parte, también habrá que elegir las variables de tiempo sensible que utilicemos, y cómo las presentemos.

Los mecanismos que utilicemos para comunicar las predicciones meteorológicas van a tener consecuencias importantes para la percepción de las mismas. En primer lugar, hemos de distinguir entre la comunicación directa y la indirecta. En el caso de la comunicación indirecta, hay que tener en cuenta la percepción de las predicciones es función de la capacidad del medio para presentar la información y de la credibilidad asociada al mismo.

El formato habitual de un simple texto es excesivamente limitado, sobre todo cuando ese texto tiene una estructura rutinaria. En este caso la única virtud, es que puede automatizarse fácilmente.

Frente a ellos, los productos gráficos tienen la ventaja de despertar más fácilmente la atención de los usuarios, el problema en cambio suele ser conseguir que su interpretación sea unívoca.

Por otra parte, en la comunicación directa nos encontramos con la capacidad de los predictores de matizar las predicciones objetivas. El lenguaje humano sigue siendo una herramienta de comunicación muy potente que permite, en ocasiones hacer comprender un pronóstico meteorológico y sus consecuencias de modo que aquel que recibe la información pueda adoptar las decisiones correspondientes.

Los predictores deben tener la capacidad de interpretar y explicar las predicciones al público, y de adaptarlas a los distintos usuarios. Como la cantidad y la capacidad predictiva de los sistemas integrados de gestión de la información meteorológica aumenta, la necesidad de predictores humanos para relacionarse con el público en general y otros usuarios, va claramente en aumento. Esto es especialmente evidente en caso de fenómenos adversos y peligrosos, cuando protección civil, los gestores públicos y los medios de comunicación, demandan la ayuda de los expertos para la adopción de decisiones en base a una correcta evaluación de los riesgos potenciales.

Es muy importante destacar el papel de los medios de comunicación. Los medios distribuyen la información procedente de los servicios meteorológicos, pero la información que aparece al final ha sido seleccionada, acompañada por un comentario evaluativo, y puesta en un contexto particular. Todo esto cambia el impacto y el sentido del mensaje. Así, independientemente de que los pronósticos sean bastante acertados, para los medios

la noticia puede ser el desacuerdo entre los pronósticos de las diversas fuentes.

Un aspecto importante en la recepción de la información meteorológica, como ya hemos visto, es la credibilidad con la que es percibida. Por tanto, es necesario cuidar este aspecto al máximo. Pero controlar la información que se difunde y cómo llega a los usuarios, no debe significar tener malas relaciones con los medios. En la visita reciente del predictor del Centro de Huracanes de Miami, Lixión Avila, podíamos ver cómo ellos claramente han optado por la transparencia informativa, como la mejor opción, para conseguir este propósito.

Por último, en este apartado debemos tratar el problema de cómo comunicar la incertidumbre. La mayoría de los servicios meteorológicos hemos introducido las predicciones probabilistas, pero no siempre hemos conseguido que sus especiales características sean entendidas por el público.

La cuestión es compleja, porque conviven interpretaciones distintas del concepto probabilidad: clásica (que trabaja con sucesos equiprobables), frecuencial, subjetiva o resultado de considerar la incertidumbre como característica propia de la atmósfera. Algunos servicios meteorológicos han trabajado sobre este tema, encontrando que es un problema de educación, pero incluso se puede conseguir que el público general interprete de modo adecuado productos en los que se presentan pronósticos probabilistas. Es el caso de los penachos de trayectorias posibles de los ciclones tropicales, o de las predicciones de precipitación del NWS.

Conclusión.

El futuro de la predicción meteorológica pasa por la reincorporación de los predictores con un nuevo papel, potenciando sus posibilidades de interacción con el destinatario de la predicción, potenciando las habilidades de comunicación, definiendo adecuadamente los procedimientos operativos, abriéndolos a su participación, habilitando sistemas para recoger la experiencia acumulada, y dotándoles de medios técnicos adecuados, sistemas interactivos de gestión de la información cómodos e intuitivos y herramientas adecuadas de producción.

Por otra parte, los servicios meteorológicos deberán tener la suficiente sensibilidad social como para irse adaptando a las demandas de gestores públicos, usuarios especializados y público en general. La herramienta fundamental será el diseño de una política informativa, y una relación con los medios de comunicación que facilite su trabajo y el nuestro.

Referencias:

AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY COMMITTEE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS

- Short Course: "Artificial Intelligence Methods in Atmospheric and Oceanic Sciences: Neural Networks, Fuzzy Logic, and Genetic Algorithms", 84th AMS Annual Meeting, 11-15 January 2004, Seattle, Washington, USA.
- 3rd Conference on Artificial Intelligence Applications to the Environmental Sciences, AMS, February 2003
- *See also: Conferences on Interactive Information and Processing Systems (IIPS).*

ELÍZAGA RODRÍGUEZ, Fermín:
Modernización del proceso de predicción en el INM. El futuro papel del predictor.
Charlas Técnicas, INM, 2004.

ZAMORA BONILLA, Jesús Pedro: *La lonja del saber.* UNED, Madrid, 2003.

LAMO DE ESPINOSA, E., GONZÁLEZ GARCÍA, E., y TORRES ALBERO, C.: *La sociología del conocimiento y de la ciencia*, Alianza, Madrid, 1994.

DE ELÍA, Ramón y LAPRISE, René: *Diversity in Interpretations of Probability: Implications for Weather Forecasting.* Boletín de la AMS (Mayo 2005).