

Caos meteorológico y gestión de riesgos

Introducción

Hace unas semanas, Valencia se enfrentó a un evento devastador: la DANA (Depresión Aislada en Niveles Altos) trajo consigo lluvias torrenciales, inundaciones y caos generalizado. Mientras las calles se convertían en ríos y las críticas se multiplicaban, una pregunta se repetía entre la población: ¿por qué no podemos prever estos fenómenos con suficiente antelación?.

Bueno, en realidad no era la única crítica, ya que había otros interrogantes sobre la gestión política, el desarrollo urbanístico preventivo y la agilidad de los procedimientos de respuesta ante catástrofes. Todos estos factores merecen un análisis profundo por separado. Este artículo no intenta ser en modo alguno exhaustivo, sino más bien una reflexión sobre los elementos que intervienen en un desastre (y en su gestión).

Aunque los avances tecnológicos han mejorado nuestras predicciones a corto plazo, hay un límite insuperable cuando hablamos del largo plazo. Este límite se llama caos determinista. Sí, has oído bien. “Caos” y “determinista” parecen conceptos contrapuestos, pues mezcla el orden predeterminado y el caos, lo cual nos chirría un poco en la cabeza. Espero que al terminar este artículo al lector le quede claro que ambas cosas son combinables, y de hecho se combinan en la atmósfera.

En este artículo, exploraremos por qué fenómenos como la DANA son imposibles de predecir semanas antes. También se verá cuál es el papel de conceptos clave como el exponente de Lyapunov y cómo el caos determinista garantiza que, aunque avancemos tecnológicamente, siempre habrá una incertidumbre insalvable en la meteorología.

El Problema Central: El Caos y la Sensibilidad a las Condiciones Iniciales

El caos determinista no significa desorden (al contrario del concepto “caos”, a secas), sino una complejidad estructurada donde pequeñas variaciones iniciales desencadenan resultados drásticamente diferentes. La atmósfera, al ser un sistema caótico, amplifica estos pequeños cambios, haciendo que cualquier predicción más allá de los 10-14 días sea estadísticamente poco confiable.

1. Errores en las mediciones iniciales:

VARIABLES como la presión, la temperatura o la humedad son imposibles de medir con absoluta precisión. Un error de apenas 0.001 °C puede derivar en desviaciones masivas en los pronósticos después de unos días.

2. El exponente de Lyapunov:

Este concepto mide cómo de rápido las diferencias iniciales se amplifican en un sistema caótico. En el caso de la atmósfera, el crecimiento exponencial de estos errores significa que eventos como la DANA son imposibles de prever semanas antes.

Ejemplo visual:

Imagina que lanzas una bola de papel en una tormenta. Una mínima variación en tu lanzamiento puede llevarla a un destino completamente distinto. Este mismo principio rige los sistemas atmosféricos: pequeños errores en las mediciones de las variables atmosféricas, derivan en grandes desviaciones de las predicciones.

Fenómenos como la DANA y las Limitaciones Tecnológicas

A pesar de los avances en modelos meteorológicos y sensores de alta precisión, el caos garantiza que fenómenos como la DANA sigan siendo imposibles de predecir a largo plazo.

Limitaciones Actuales

1. Resolución Espacial y Temporal:

Los satélites modernos, como los utilizados por AEMET, ofrecen datos con alta resolución. Sin embargo, los sistemas atmosféricos operan a escalas microscópicas que los instrumentos no pueden captar por completo.

2. Margen de Error en las Mediciones:

Incluso los sensores más avanzados tienen limitaciones. Un pequeño error inicial afecta drásticamente las proyecciones al cabo de unos días.

3. Complejidad de los Modelos Computacionales:

Los modelos actuales, como HARMONIE-AROME, son capaces de simular condiciones locales con precisión en el corto plazo. Pero cuando se trata de semanas o meses, el caos toma el control.

El Caso de la DANA en Valencia

Las lluvias torrenciales asociadas a la reciente DANA fueron pronosticadas con unos días de antelación, lo que permitió medidas preventivas. Sin embargo, la falta de previsión semanas antes provocó críticas y protestas. Esto demuestra una desconexión entre las expectativas de la población y las limitaciones inherentes de la ciencia meteorológica.

La impredecibilidad a largo plazo no solo aplica a lo que va a ocurrir sino también a cómo y dónde va a ocurrir. Es decir se puede predecir que hay una Dana que tiene muy mala pinta, pero no se puede decir con exactitud cuántos litros de agua va a descargar, ni en qué punto de la superficie terrestre golpeará con más dureza. Se sabe que "algo se cuece" pero no sabemos exactamente lo que hay dentro de la olla.

Prevención y gestión de desastres

El límite teórico impuesto por el caos determinista en meteorología no es el único factor que afecta a la gestión de desastres. Mencionamos algunos otros a continuación.

1. Infraestructura Urbana:

La teoría de gestión de riesgos no solo se ocupa de la predicción de eventos catastróficos, sino también de la mitigación del impacto en vidas humanas e infraestructuras, una vez que un evento catastrófico ha tenido lugar. Y es aquí donde el ser humano tiene más que decir.

Vale que carecemos (y careceremos siempre) de precisión en la predicción de eventos atmosféricos, pero la planificación de nuestro urbanismo es perfectamente controlable, siempre que haya voluntad clara.

En Japón no pueden predecir ni evitar los terremotos, pero sí pueden (y así lo hacen) construir edificios con estándares que mitigan el impacto de éstos.

2. Agricultura:

Los agricultores dependen de predicciones precisas para optimizar sus cosechas. Pero también están a merced de las catástrofes atmosféricas. Los productos especializados para explotaciones agrícolas en las compañías de seguros, posiblemente necesiten una revisión. La tecnología de predicción meteorológica y el desarrollo de productos en las compañías de seguros, deberían ponerse al servicio del sector agrícola.

3. Cuando la monitorización se alía con la predicción:

Ya hemos visto que la predicción es la que es, y que deja mucho margen de incertidumbre. Por este motivo cuando se sabe que “algo se cuece”, debemos tener mecanismos de monitorización en tiempo real: medición de caudal de ríos, de lluvia, etc.

Varios países de centro Europa pusieron en marcha una tupida malla de sensores para poder monitorizar mejor en tiempo real. Les costó muchos muertos llegar a esa conclusión, pero el caso es que llegaron a ella.

La monitorización complementa las carencias de la predicción.

4. Gestión reactiva de desastres:

Pero además de la capa preventiva (urbanismo), la tecnológica (predicción y monitorización) y la paliativa (seguros apropiados), nos queda la capa reactiva.

Serían todos los procedimientos de respuesta ante catástrofes que los distintos gobiernos (central y locales) han aprobado. Pero claro, los procedimientos han de ser aplicados por personas capaces y entrenadas en seguir dichos protocolos.

5. ¿Hemos terminado?, no aún quedas tú.

¿Cuál es la capa que nos queda?, la del individuo de a pie. La población tiene que ser educada y tiene que estar concienciada sobre qué hacer y no hacer, en situaciones de catástrofe. De nada sirven las alertas si no las respetamos.

Educación y concienciación son los últimos eslabones de la cadena.

Toda catástrofe mayúscula es una secuencia de errores y de coincidencias. No podemos evitar las coincidencias pero sí los errores.

Un Mensaje Positivo: Lo Hermoso del Caos determinista

Aunque el caos limita nuestra capacidad de prever eventos como la DANA, también nos muestra la complejidad y belleza del mundo natural. Aceptar el caos como un componente inevitable de la vida nos permite enfocarnos en ser más resilientes y adaptativos.

Conclusión

La DANA en Valencia es un recordatorio claro de que, aunque la tecnología nos ha permitido predecir el clima con mayor precisión a corto plazo, los límites del caos atmosférico son insuperables. No podemos controlar ni prever el futuro con total certeza, pero podemos aprender a gestionar la incertidumbre y mitigar sus efectos mediante una mejor planificación y resiliencia.

Lección clave: El caos no es el enemigo. Es una oportunidad para desarrollar soluciones adaptativas que nos permitan enfrentar fenómenos impredecibles con mayor preparación.

¿Quieres recibir contenido exclusivo en tu email?

Suscríbete al blog [Unveiling the reality](#) y llévate un regalo *especial diseñado para inspirarte y ayudarte a superar tus desafíos*.