

## Y, ¿llueve o no llueve?

*Por Roberto Rondanelli*

*Investigador del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2*

*Académico del Depto. Geofísica –FCFM- Universidad de Chile*

(3 de junio de 2014) Durante la semana pasada se anunció por todos los medios un esperado temporal en Santiago que dejaría 10 a 30 mm de precipitación en un día. Seis millones de personas se preparaban para enfrentar la primera lluvia copiosa del año. Sucedió que llovió una modesta cantidad de agua durante la madrugada y ya temprano de mañana salió el sol y no llovió más, para vergüenza de los pronosticadores televisivos que se vieron enfrentados a explicar su error.

Al respecto, presento los siguientes puntos para el análisis:

### **1. La meteorología no es una ciencia exacta**

Se ha repetido esta frase, que tiene poco de cierta. El pronóstico del tiempo se vale, desde al menos 60 años, de la solución de las ecuaciones de la dinámica de fluidos atmosférica que en sus versiones más sencillas es exacta (hasta donde uno puede definir exactitud en las ciencias físicas).

La meteorología está en una situación muy aventajada respecto de otras “ciencias” predictivas como por ejemplo la economía, en donde existe una ausencia de consenso en las predicciones o una sobrepoblación de modelos; otro ejemplo es la sismología (en donde tal modelo predictivo no existe) o la medicina (en donde la evolución de un paciente depende de factores fisiológicos y psicológicos que no son necesariamente sujetos a un modelo).

La meteorología ha sido muy exitosa en los últimos 50 a 60 años en proveer herramientas para pronosticar el tiempo, cuya exactitud mejora con cada década y permite que los errores de los meteorólogos/as sean cada vez menos frecuentes. La herramienta indispensable es el modelo de pronóstico numérico del tiempo, que es parte regular de los productos de todos los servicios meteorológicos del mundo, incluida la [Dirección Meteorológica de Chile](#)

Entonces, ¿en qué medida la meteorología es inexacta? Es necesario entender, primero, cuál es el fundamento de esta inexactitud, lo cual se relaciona con las propiedades caóticas de la atmósfera, demostradas por Lorenz en la década de 1960 y que ha sido representada alegóricamente como el efecto mariposa: “una mariposa que aletea en Brasil es capaz de generar una borrasca en Chile”. La consecuencia práctica de este efecto mariposa en el pronóstico del tiempo, es que pequeños errores en las condiciones iniciales con las que partirá un modelo, generan errores cada vez más grandes cuanto más alejado se encuentre el futuro que uno quiere predecir. Estos errores son amplificados hasta hacer el pronóstico del tiempo completamente inútil luego de unos 10 días hacia el futuro (aún cuando las ecuaciones fueran resueltas de manera exacta).

### **2. La tormenta perfecta**

¿Habiendo mejorado tanto los pronósticos numéricos del tiempo, qué hace que una ciudad de 6 millones de habitantes espere en vano por la lluvia largamente anunciada? Por supuesto que siempre hay una explicación que dar y llenar de tecnicismos la discusión, que pocos o nadie entenderán: “Se intensificó el anticiclón del Pacífico”, “El Jet se desplazó desde el norte hacia el Sur”

y un largo etcétera, que tienen poca posibilidad de ser apreciados, o siquiera entendidos como argumentos por la población y que en general, son tautologías para decir que no llovió porque no llovió.

Creo que hay lecciones que se pueden aplicar de manera general, para no volver a crear estas grandes expectativas sobre el pronóstico de lluvia. La primera consecuencia de la naturaleza caótica de la atmósfera es que nuestros modelos numéricos, que resuelven las ecuaciones de movimiento, requieren ser alimentados con datos, estos datos no tienen ni la precisión ni la cobertura global perfecta y por lo tanto, hay errores que se propagarán al pronóstico y disminuirán su confianza (incluso si el modelo fuera perfecto). Y aquí es donde uno se pregunta, si se sabe que los modelos no son capaces de entregar una única respuesta al problema del pronóstico, por qué se insiste en pedir una sola respuesta. Peor aún, por qué los profesionales del tiempo insisten en dar esta única respuesta.

### **3. ¿Lloverá mañana?**

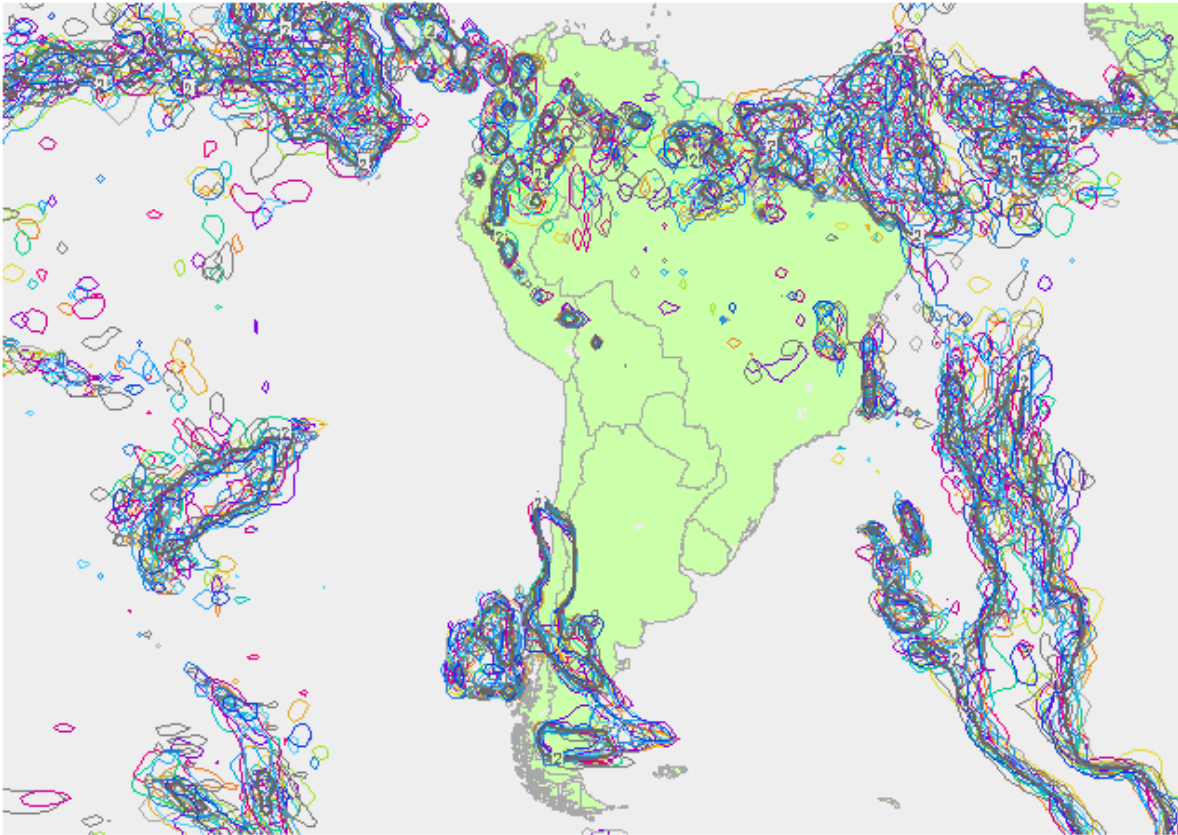
Es claro, entonces, que si la única respuesta posible es si o no, el pronosticador/a se verá obligado a fallar varias veces en el pronóstico. No sólo eso, si se obliga a entregar esta información única, con una respuesta de si o no, estará entregando menos información de la que realmente posee y la población recibirá una información confusa. Y es aquí donde es necesario reflexionar en ¿cómo comunicar correctamente el pronóstico, sin dejar fuera información que ayuda a entenderlo?

### **4. Los pronósticos de “ensemble”**

Es posible acceder a esta información de “ensemble” que permite ver distintas simulaciones con el mismo modelo, pero hechas con condiciones iniciales levemente distintas pero todas dentro de lo “razonable”.

Por ejemplo, el sitio <http://www.weatheronline.co.uk> entrega información generada por el Servicio Meteorológico de Estados Unidos, dependiente de la NOAA y su modelo numérico GFS que cubre todo el planeta.

La siguiente figura muestra un ejemplo de “diagrama de espagueti” en donde cada contorno encierra un área cuya precipitación es mayor a 2 mm en 6 horas. Si a Ud. le parece chino lo que acabo de escribir, quizás esa es una explicación de por qué estas herramientas no han permeado a la población. Ahora bien, es muy difícil encontrar una buena manera de explicar estas figuras sin recurrir al concepto de probabilidad. Si ha seguido leyendo hasta acá, le pido que mire la figura, donde cada contorno de colores representa una “realización” del modelo numérico y consiste en un pronóstico del área que presentó precipitación mayor a 2 mm en 6 horas, en el periodo entre el martes 3 de Junio a las 20:00 y el miércoles 4 de Junio a las 2:00.

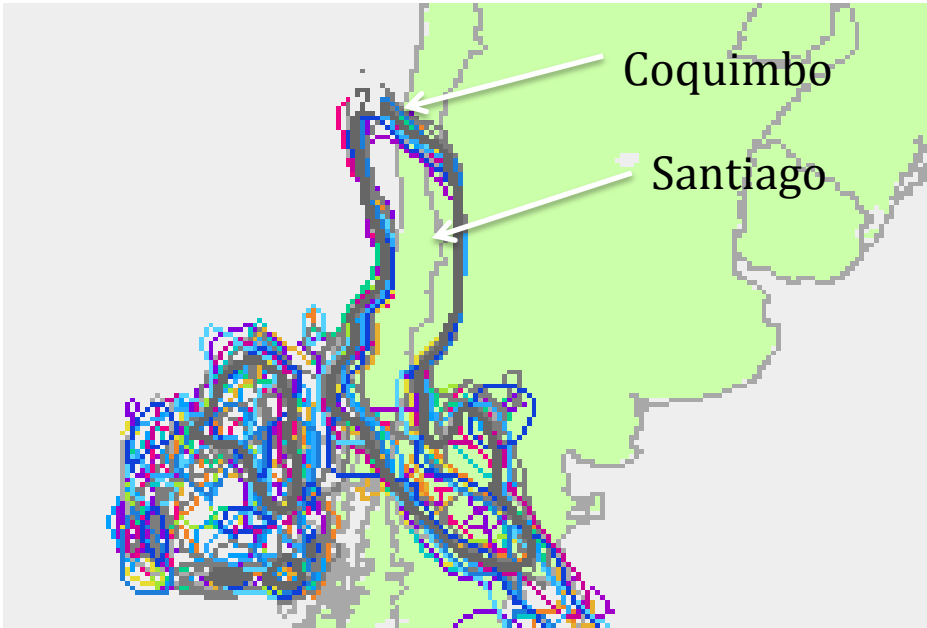


Precipitation ENS (mm/6h)  
 Isohyete: 2 mm/6h

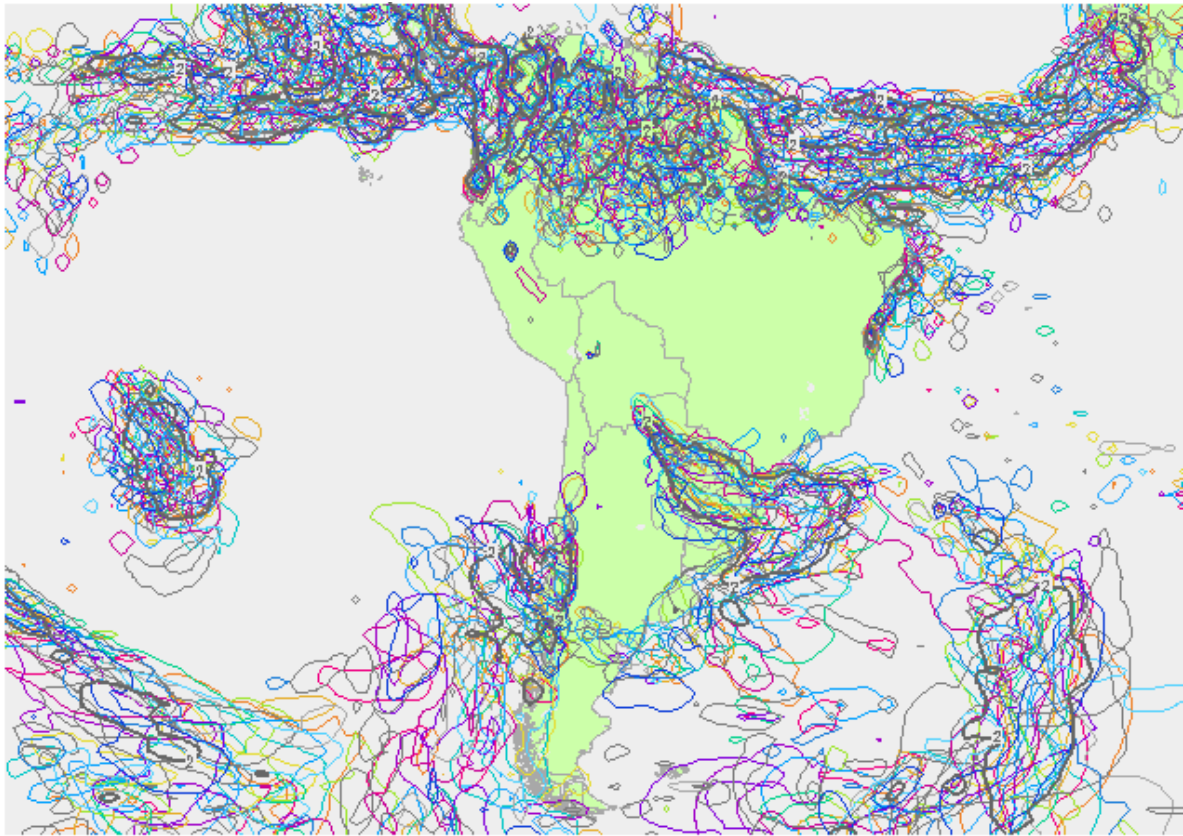
Wed 04/06/14 06UTC (Tue 06+24)  
 ©weatheronline.co.uk

La ciudad de Santiago, por ejemplo, está en cada realización del modelo encerrada dentro del contorno y por lo tanto, fue posible aventurarse a pronosticar precipitación sin equivocarse. Distinta fue la situación de Coquimbo o La Serena, por ejemplo, que se encuentran en el borde del contorno. En este caso, se vio que el borde no está bien definido; el ancho del borde representa de alguna forma una incertidumbre y en este caso en particular el borde Norte de la zona de precipitación sobre Chile central tiene un ancho de unos 100 km. Cabe hacer notar, que estos 100 km de ancho es mayor que la extensión de una ciudad como Santiago que tiene apenas 30 km.

Como se ve en otras áreas de precipitación en el mapa, la extensión de la zona “enredada” del borde puede ser mucho mayor. En este caso estamos mirando el pronóstico sólo a 24 horas que debiera ser favorable para no equivocarse.



5. Otro ejemplo y final



Precipitation ENS (mm/6h)  
Isohyete: 2 mm/6h

Sun 08/06/14 06UTC (Tue 06+120)  
[@weatheronline.co.uk](http://weatheronline.co.uk)

Si nos aventuramos aún más en el futuro y miramos ahora el pronóstico a 120 horas (es decir, 5 días) vemos que hay un nuevo borde “enredado” cubriendo buena parte del Centro y Sur de Chile. Este es el pronóstico para el sábado 7 de junio en la noche y domingo 8 en la madrugada ¿Cómo se comunica este pronóstico? Lo más sensato es comunicarlo con una probabilidad, e indicar que es posible que se produzca precipitación en toda esta zona.

Debiera ser claro a esta altura, que la respuesta de los modelos al problema del pronóstico, especialmente a varios días de anticipación, es rara vez un sí o un no. Sin embargo, la mayor parte de las veces esa es la respuesta que escuchamos y es la respuesta que pedimos.

Todos nos beneficiaríamos de incorporar el concepto de incertidumbre dentro del pronóstico del tiempo, tanto la Dirección Meteorológica de Chile, como los comunicadores del Tiempo y meteorólogos que participan en los medios de comunicación, quienes debieran intentar el ejercicio de comunicar la incertidumbre respecto del pronóstico sin sentirse menoscabados de dar una respuesta ambigua cuando la situación lo amerita.

De hecho en cada evento de precipitación existen ciudades y pueblos en el borde “enredado” cuyo pronóstico será necesariamente un “no sabemos”. Cuando Santiago, con sus seis millones de habitantes, es la ciudad en el borde enredado se necesita coraje para perseverar en una respuesta ambigua, ante las presiones de responder con un sí o un no.