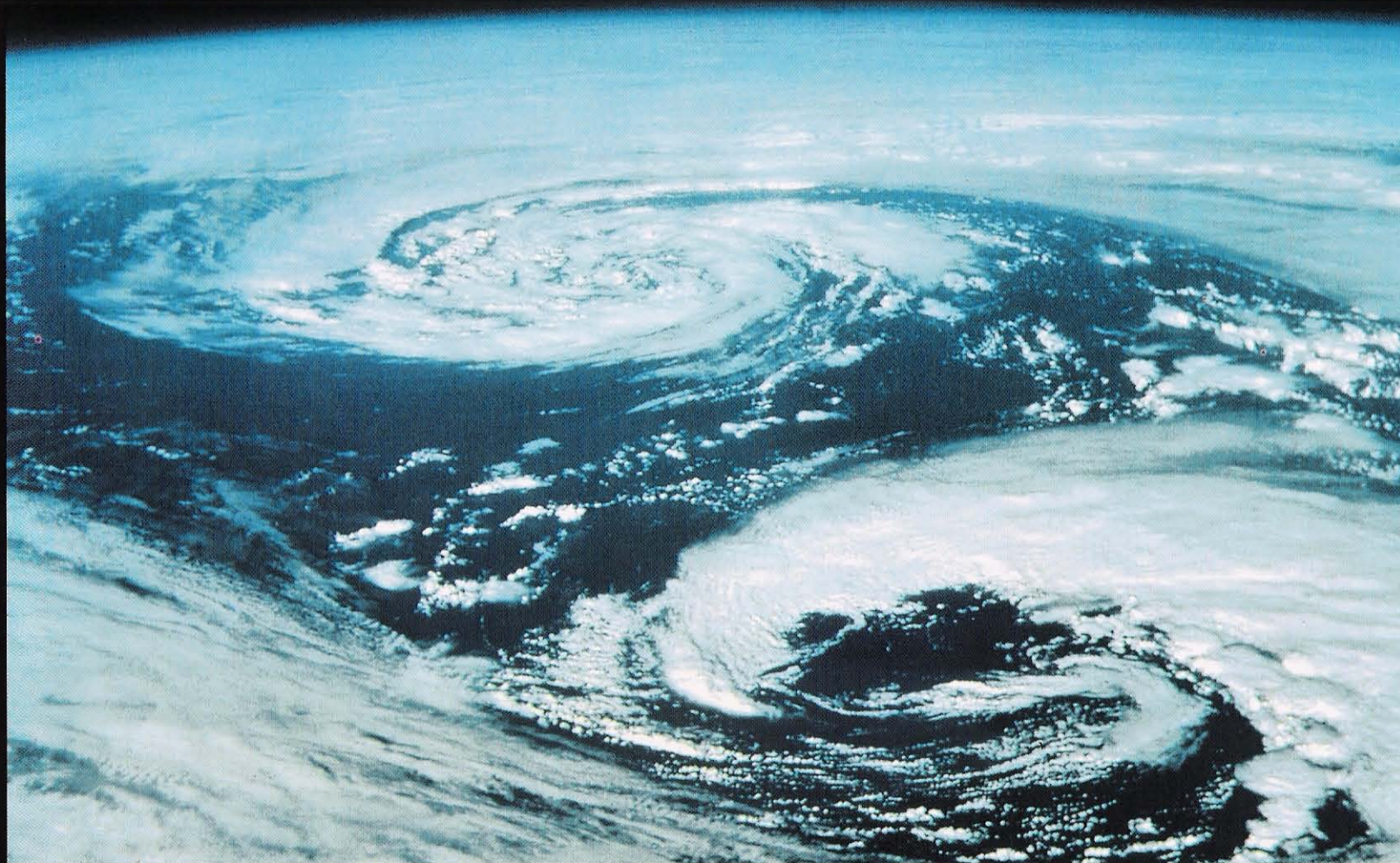


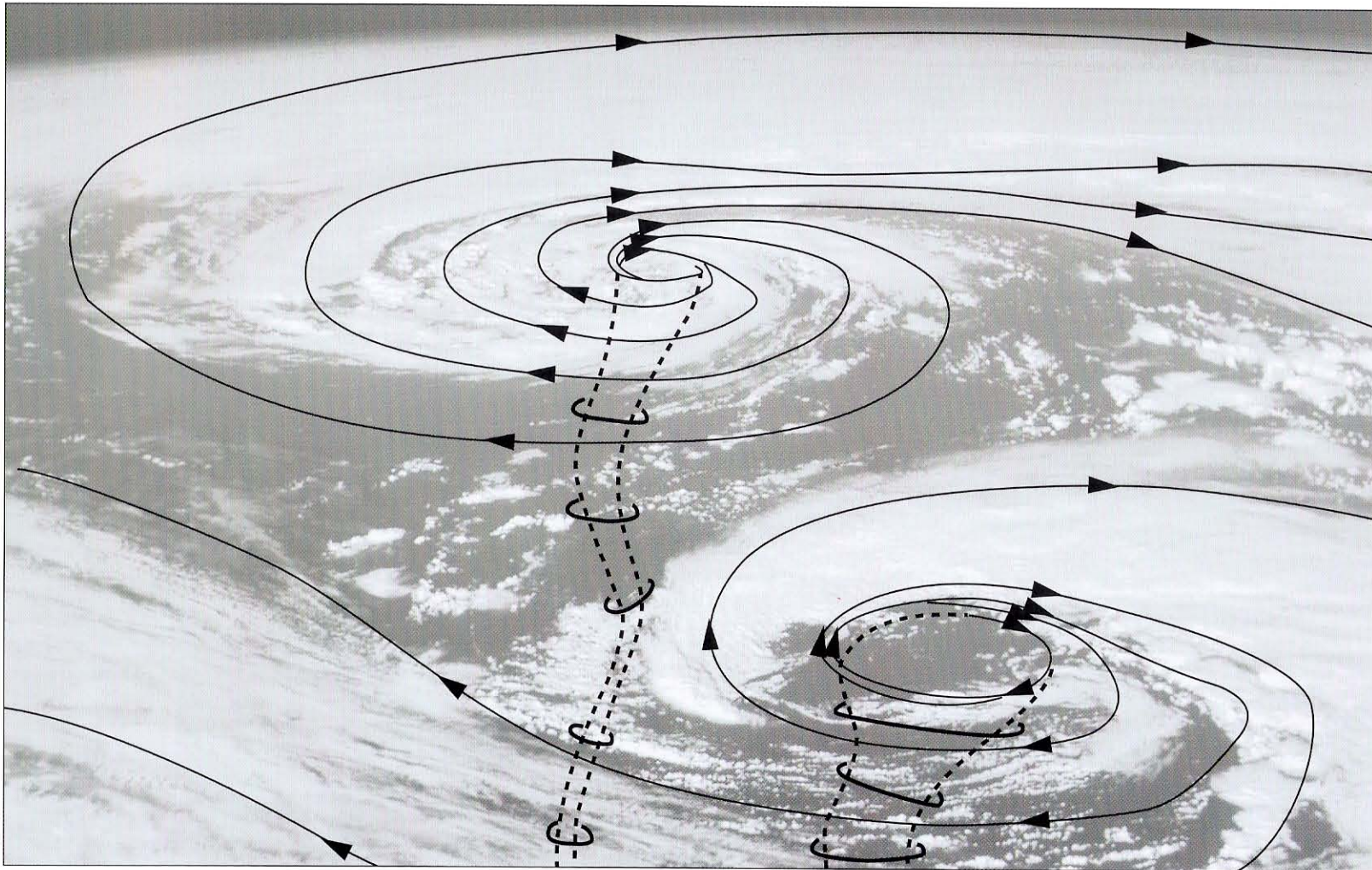
## Carta a Eolo

Hablar de tú a tú con los fenómenos atmosféricos es otro de los sueños de la humanidad, y por ello los hombres no hemos dejado de comunicarnos con el dios caprichoso que envía los vientos y las lluvias y de ofrecerle sacrificios para tenerlo de nuestra parte... Muchos conocimientos matemáticos se han desarrollado a partir de estudios que buscaban comprender *el caos* de sus “antojos” y para prever sus efectos y controlarlos. Hoy, además de prever “el tiempo”, la ciencia matemática trabaja para saber cómo combatir los efectos de nuestro desarrollo incontrolado sobre el clima del planeta.



*Vista de la Tierra.  
Mar de Bering*

*Imagen: Space Frontiers. Satélite  
STS-60*



Formación de dos centros de tormenta

**Jesús Ildelfonso Díaz**  
Departamento de Matemática Aplicada  
Facultad de Matemáticas  
Universidad Complutense de Madrid  
Real Academia de Ciencias

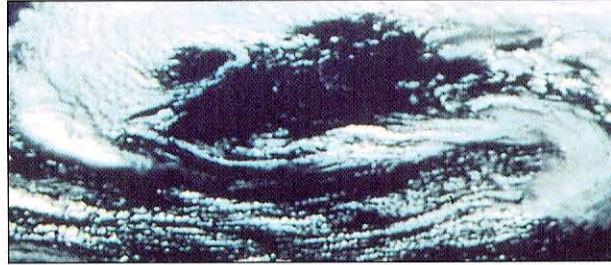
Para saber más del tema:  
DÍAZ, J.I. (ED.), *The Mathematics of models for Climatology and Environment*, Springer-Verlag, Berlín, 1997

## Sensibilidad a condiciones iniciales

Colegas matemáticos me proponen que me dirija a ti. Ya lo hizo Alfonso X el Sabio, rey de Castilla, cuando aquella tormenta casi aniquila su corte en Segovia. Si le hubieses preguntado te habría propuesto una organización del mundo más sencilla. Mi propósito es tan sólo mantenerte al tanto de nuestras inquietudes.

Nuestra ciencia ha sido acusada muchas veces de ignorar al mundo que le rodea; no hay nada más inexacto. Galileo adivinaba tu lenguaje matemático. Descartes veía la bóveda celeste como un enorme líquido en el que los planetas originaban remolinos. Nunca nos hemos olvidado de tus mensajes.

Muchos de tus secretos permanecen ocultos pese a los desvelos de nuestras mejores mentes. Adivinamos las leyes de los cuerpos deformables, líquidos y gases, a los que llamamos fluidos. Newton aportó la segunda de sus leyes que resultó insuficiente hasta que Euler las reformuló para los fluidos que llamó ideales. Cauchy vio que en muchos otros podía haber fuerzas internas de fricción cuya comprensión requiere las temidas ecuaciones de Navier y Stokes, aún por desentrañar. En 1933 Jean Leray vio que tenían solución. Pero no sabemos si tus comportamientos quedan al albur. Tan sólo en el caso de los fluidos planos sabemos que no existirá sorpresa, pues la solución es única. Cayó el acertijo que nos dejó Fermat, pero esa unicidad se resiste. Es el gran reto de esta época, cuando te escribo estas líneas.



En el caso de los fluidos geofísicos, a escala planetaria, hemos apreciado que la fuerza de rotación de Coriolis es la de mayor influencia, por lo que, despreciando los efectos de la inercia del movimiento y de la fricción, se ha de empezar por entender los flujos llamados geostróficos. En ellos, las curvas de las partículas son perpendiculares a las líneas isobaras, de igual presión, con lo que los “mapas del tiempo” se entienden fácilmente. Pero sabemos que la realidad es mucho más complicada: la densidad es estratificada, y efectos antes despreciados pueden ser muy importantes en los casos en los que unos números característicos, que adaptando a Reynolds denominamos de Rossby y de Ekman, son muy grandes. Por eso estudiamos modelos más complejos como los cuasigeostróficos y otros. Aparece la turbulencia a la que aplicamos promedios y la teoría de Kolmogorov.

Adelantarnos a tus antojos ha sido uno de los motores de nuestros avances. Richardson ideó mil máquinas sincronizadas, y von Neumann diseñó los ordenadores, ansioso de aplicarlos a tus tormentas.

Pero además del “tiempo” del día siguiente, nos interesan los cambios de clima a escalas de siglos e incluso, en el colmo de nuestra soberbia, lo que pueda pasar cuando el tiempo avance hasta el infinito.

Lorenz simplificó la situación y encontró algo que le preocupaba a Poincaré: dos partículas que comienzan próximas se alejan cuando el tiempo aumenta. Es *el caos*. Ahora ha pasado a ser una de las parcelas preferidas de los científicos y hasta de los economistas.

En el clima no sólo intervienen atmósfera y océanos: también lo hacen casquetes polares y glaciares. La energía solar nos es vital y la teoría astronómica de Milankovitz ha servido para estudiar glaciaciones pasadas.

Aunque algunos siguen organizando procesiones para suplicarte, ahora ya sabemos “sembrar nubes” y hacer que llueva, pero es muy costoso.

Hemos vencido a la gravedad y nos podemos mover en el espacio interplanetario. Sin embargo, ante tus intervenciones desaforadas nuestras defensas son insuficientes. Incluso nosotros mismos hemos introducido alteraciones en nuestro planeta que parecen irreversibles y que tu acción convierte en un problema global. Combatir nuestras propias acciones nos ha llevado a tomar medidas comunes y a optar por un desarrollo sostenible para el bien de generaciones futuras.