

## Los cuadernos de navegación como registros climáticos

Ricardo García-Herrera  
Universidad Complutense de Madrid

EL incremento de temperatura registrado desde 1850 es uno de los más intensos y duraderos del último milenio y su causa más probable es el cambio en los gases de efecto invernadero, y no la mera variabilidad natural del sistema climático (IPCC, 2001). En cualquier caso, se necesita todavía mucho trabajo, tanto en la obtención de datos como en la elaboración de teorías y modelos, para conocer las causas y el rango exacto de la variabilidad climática y, sobre todo, las transiciones y cambios rápidos. El sistema climático no es estacionario, presenta múltiples escalas y causas de variabilidad que interactúan de forma no lineal y para él se dispone de un registro de datos instrumentales que abarcan un periodo mínimo. Es por ello imprescindible intentar extender hacia atrás ese registro todo lo que sea posible, a fin de aumentar las evi-

dencias observacionales que permitan construir mejores modelos. Por tanto, resulta cada vez más evidente la necesidad de investigar el comportamiento pasado del sistema climático si se desea poder entender y, en alguna medida anticipar, su comportamiento futuro.

En este afán por caracterizar lo mejor posible el clima del pasado, las fuentes documentales pueden proporcionar la mayor resolución temporal, en la medida que los acontecimientos se pueden datar con precisión diaria, y a veces horaria. Su uso es cada vez mayor y requiere una aproximación multidisciplinar; además de los conocimientos derivados de la meteorología y la climatología, es imprescindible integrar los procedentes de la archivística, la paleografía y otras técnicas historiográficas.

En los últimos años los estudios climáticos que han usado documentos conservados en archivos españoles se han disparado tanto en calidad como en cantidad. La reconstrucción de series de variables meteorológicas como la precipitación, la temperatura o la presión, la construcción de bases de datos, la obtención de índices de circulación general como la Oscilación del Atlántico Norte y la descripción de fenómenos extremos en la Península, como sequías e inundaciones son los temas más abordados en estos trabajos. Una relación completa puede encontrarse en [www.ucm.es/info/reclido](http://www.ucm.es/info/reclido). Para ello se ha recurrido a diferentes tipos de archivos, tanto administrativos como religiosos, habiendo sido necesaria una ardua labor inicial de toma de datos, ya que en la mayoría de los casos los documentos no estaban digitalizados. Ahora bien, el potencial de los archivos españoles no se limita al territorio peninsular; así el Archivo General de Indias y el Archivo del Museo Naval contienen fondos relativos a la colonización española en América y a viajes y expediciones científicas, que permiten explorar el clima a escala más global. El uso conjunto de fuentes conservadas en archivos españoles y americanos tiene un enorme potencial; fenómenos extremos de gran relevancia, tales como huracanes (García-Herrera et al 2005) o icebergs (Prieto et al 2004) han podido ser así investigados.

Recientemente, el empleo de datos procedentes de observaciones marítimas ha abierto nuevas posibilidades para estudios a escala global. Durante los siglos XVIII y XIX se desarrolló una gran actividad marítima entre los principales puertos europeos y las diferentes colonias. Hasta 1850 esta conexión se realizó básicamente mediante barcos a vela. Sus capitanes y tripulaciones poseían una gran formación científico-técnica y realizaban de manera rutinaria observaciones que dejaban anotadas en el diario de navegación o cuaderno de bitácora. La figura 1 contiene un ejemplo típico de fina-

The image shows a page from a historical navigation diary (bitácora) with a table of weather data and handwritten notes in Spanish. The table has columns for H (Horario), M (Mareas), B (Barómetro), R (Rumbo), V (Viento), A (Aire), P (Presión), C (Cielo), DC (Dirección del viento), and other variables. The data is recorded for the period from Wednesday, November 23, to Thursday, November 24, 1776. The handwritten notes describe the weather conditions and observations made during the voyage.

H	M	B	R	V	A	P	C	DC	Variables	DC	Variables
1	4	2	380.5	72	...	32	27	...	...	...	...
2	4	1							...	...	...
3	4	1							...	...	...
4	4	1							...	...	...
5	4	2							...	...	...
6	3	6							...	...	...
7	3	6							...	...	...
8	4	6							...	...	...
9	4	6							...	...	...
10	4	5							...	...	...
11	4	5							...	...	...
12	4	5							...	...	...
13	4	5							...	...	...
14	4	5							...	...	...
15	4	5							...	...	...
16	4	5							...	...	...
17	4	5							...	...	...
18	4	5							...	...	...
19	4	5							...	...	...
20	4	5							...	...	...
21	4	5							...	...	...
22	4	5							...	...	...
23	4	5							...	...	...
24	4	5							...	...	...

Figura 1. Hoja de un diario de navegación.

les del Siglo XVIII. Al tratarse de navegación a vela, las observaciones del viento eran fundamentales, ya que dictaban la dirección y velocidad en las que podía navegar el barco. Por ello se registraban, como mínimo, diariamente. Así, a mediodía, inicio del día náutico, se realizaba la observación principal, determinándose la posición del navío, la distancia recorrida en el día, el estado del tiempo y del mar y la fuerza y dirección del viento. Para ello se empleaban fundamentalmente el comportamiento del oleaje, de las nubes y el de las velas. La dirección del viento se determinaba mediante una brújula de 32 puntos, habitualmente. Tal y como puede observarse en la figura 1, los cambios que se producían durante el resto del día también se anotaban en el diario.

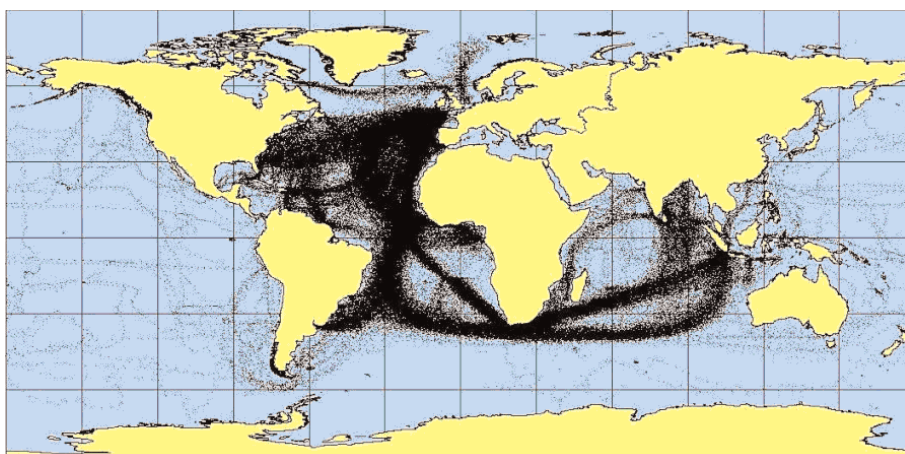
Afortunadamente, diferentes archivos europeos contienen importantes colecciones de estos documentos, estimándose un total de unos 130.000 cuadernos los que se han conservado hasta hoy (García-Herrera et al 2005). En España, las colecciones más importantes se hallan en el Archivo General de Indias, el Archivo del Museo Naval y el Archivo General de la Marina 'Álvaro de Bazán'. El proyecto CLIWOC (Climatological database for the World Oceans, 1750-1850), financiado por la Unión Europea (dirección web: [www.ucm.es/info/cliwoc](http://www.ucm.es/info/cliwoc), ha permitido digitalizar y transcribir estos documentos, junto con parte de las colecciones de Gran Bretaña, Holanda y Francia.

Uno de los principales problemas que hubo que resolver fue la transcripción de los descriptores de la fuerza del viento, que se realizaba con términos no numéricos y empleando un lenguaje especializado, cuyo significado no resulta siempre evidente. En definitiva hubo que traducir términos en cuatro idiomas (español, inglés, holandés y francés) de los siglos XVIII y XIX a sus respectivos equivalentes en la escala Beaufort actual. Para ello se aplicaron diferentes técnicas como el análisis de contenidos y se pudo construir un diccionario multilingüe que permite identificar para todos los términos arcaicos su correspondiente valor en la escala Beaufort (Cliwoc team 2004). Una vez realizada la transcripción, se realizaron diferentes controles de calidad, pudiéndose demostrar que las datos no dependían del tipo ni del tamaño del barco desde el cual se realizaban las observaciones y que la climatología elaborada con los mismos era consistente con la del periodo instrumental (García-Herrera et al 2005). Además hubo que resolver problemas derivados de la ausencia de un meridiano de referencia común. Así, se han identificado más de 600 meridianos de referencia; además, en varios casos, éste cambiaba cada vez que

el barco tocaba puerto. Esto obligó a un ajuste individualizado para cada viaje.

Al final de este proceso se ha podido construir una base de datos que contiene más de 280.000 observaciones meteorológicas diarias durante el periodo 1750-1850. La figura 2 muestra su distribución espacial. De la misma es evidente que se ha podido alcanzar una excelente cobertura en el Atlántico y en el Índico, mientras que el Pacífico, muy poco transitado en esa época, cuenta con muy baja densidad. Además de la observación rutinaria del viento, la base contiene registros de observaciones instrumentales de temperatura y presión, muy comunes al final del periodo, así como de episodios de precipitación, tormentas, avistamiento de icebergs, etc... La base se puede descargar directamente de la página web del proyecto, o bien se puede obtener en soporte CD-ROM.

Es necesario reseñar que estos datos no son proxies, son observaciones directas tomadas por personal



**Figura 2.** Distribución espacial de las observaciones meteorológicas disponibles en la base de datos CLIWOC durante el periodo 1750-1850.

altamente cualificado y registradas inmediatamente después de ser realizadas, ya que los diarios se cumplimentaban diariamente a partir de las anotaciones que se realizaban de manera continuada en la pizarra disponible a bordo del buque. Los campos de viento obtenidos con estos datos se pueden usar para reconstruir índices de circulación como la Oscilación del Atlántico Norte (Jones y Salmon 2005) con muy alta fiabilidad.

A pesar de este rico panorama, es importante señalar que quedan todavía muchas cosas por hacer. No todos los archivos han sido explorados convenientemente, ya que, en muchos casos, su catalogación es incompleta, o bien el volumen de sus fondos es tal que su estudio completo llevará años. Así, por ejemplo, en el Archivo General de Indias se conservan más de 43.000 legajos que ocupan 8 km lineales de estanterías. Sólo el trabajo conjunto de archiveros y climatólogos permitirá explotar adecuadamente este vasto potencial. RECLIDO (Red para la Reconstrucción del Clima a partir de fuentes Documentales) es una Red temática financiada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (acción especial REN2002-10819-E/CLI) que

pretende estimular el trabajo en este campo. Es una iniciativa novedosa en España, no sólo por el tema que se aborda, sino por su enfoque multidisciplinar, que engloba la climatología, la meteorología, la historia, la geografía, la archivística, etc. Los principales contenidos son: bases de datos comunes, tanto bibliográficas como resultantes de los trabajos realizados por los miembros de la red, foro de intercambio de noticias y de discusión a través de una página web, celebración de reuniones periódicas de los miembros de la red y búsqueda activa de fuentes de financiación de proyectos. La página [www.ucm.es/info/reclido](http://www.ucm.es/info/reclido) permite el acceso a este material de manera libre y gratuita.

### Referencias

**CLIWOC Team:** 2003, CLIWOC multilingual meteorological dictionary, An English-Spanish-Dutch-French dictionary of wind terms used by mariners from 1750 1850, KNMI publication 205, HISKLIM 5

**García-Herrera, R., Können, G.P., Wheeler, D., Prieto, M.R., Jones P.D., and Koek, F.B.:** 2005, 'CLIWOC: A climatological database for the world's oceans 1750-1854', *Clim. Change*, (aceptado)

**Jones, P.D., and Salmon, M.:** 2005, 'Preliminary reconstructions of the North Atlantic Oscillation and the Southern Oscillation index from wind strength measures taken during the CLIWOC period', *Clim. Change* (aceptado)

**Prieto, M.R., García Herrera, R., and Hernández E.:** 2004, 'Early Records of Icebergs in the Southern Ocean from Spanish Documentary Sources'. *Clim. Change*, (en prensa).



... hablemos  
del tiempo,

por  
Lorenzo García de Pedraza

**L**A HELADA no es ningún meteoro. Sí lo son la niebla, la calma, el viento... La helada viene asociada a un umbral de baja temperatura del aire, cuando el termómetro de mínima indica valores por debajo de 0 °C. Las heladas constituyen un gran peligro potencial para huertas y plantaciones (olivo, vid, almendro...). Existen tres tipos de helada: de irradiación, de advección y de evaporación.

**Heladas de irradiación.** Se presentan en las largas noches de invierno con cielo despejado y aire seco y encalmado; entonces, el suelo irradia, se enfría y contagia a las capas de aire próximas a tierra. Este tipo de nieblas tienen un carácter local, asociado a la orografía: meseta, fondo de valle... Después de la helada, la tierra queda dura y reseca y el agua contenida en los charcos, congelada. El aire es mal conductor del calor, luego si en la garita meteorológica (a 150 cm. del suelo) el termómetro de mínima indica temperaturas por debajo de 0° C, en la superficie de tierra el aire debe estar más frío, hasta -4° C. En el interior de

España, las montañas, valles y mesetas constituyen *focos de frío* con largos periodos de heladas nocturnas; mientras que en zonas costeras las heladas son raras y escasas, debido al ambiente templado y húmedo y al régimen de brisas.

**Heladas de advección.** Van asociadas al desplazamiento de masas de aire gélido. Pueden presentarse a cualquier hora del día, acusando el termómetro la llegada de la masa fría viajera. En España las *olas de frío* suelen llegar acompañadas de viento moderado del NE, que tiene origen siberiano y antes de llegar a nosotros cruzó la meseta rusa y centroeuropea, orientada por el borde de un potente anticiclón continental y por una baja mediterránea situada entre Baleares e Italia. Las heladas son entonces más intensas con carácter general, pudiendo helar en las costas. Después, cuando se establece la calma, se intensifican las heladas nocturnas de irradiación.

**Heladas de evaporación.** Se suelen dar en primavera, cuando el sol calienta con fuerza nada más salir (orto). El rocío acumulado en hojas y ramas se evapora, robando ese calor latente de evaporación al aire, lo que implica un enfriamiento del mismo aire, descendiendo la temperatura hasta los 0 °C. Ello marcha brotes tiernos y hojas; es lo que los agricultores llaman *heladas negras*. Suelen presentarse después del paso de un frente frío, que evapora rápidamente el agua que dejó la lluvia previa sobre los cultivos.

Para luchar contra las heladas, el agricultor no suele plantar en el fondo de valles profundos, donde hiela mucho más que en las laderas circundantes. Además, se han introducido varios procedimientos para luchar contra las heladas nocturnas de irradiación, tales como: el riego de agua por inundación, aspersión, etc., ya que al pasar el agua líquida a sólida, libera calor latente, ventiladores y helicópteros, para mezclar el aire caliente de encima con el más frío de debajo, rompiendo la inversión térmica vertical, estufas y humo para caldear el aire en bajos niveles. La utilización de todos estos medios precisa de un aviso muy concreto de riesgo de heladas. En los huertos se cubren con plástico las zonas reducidas de cultivo y los semilleros, para capturar la radiación de onda larga emitida por el suelo.

Como ejemplos, para España, de cómo se presentan las heladas de irradiación en el interior de la meseta y la costa, citaremos los siguientes datos: **Albacete**, en el interior y a una altitud de 680 metros, registra un promedio anual de 67 días de helada. **Alicante**, en la costa mediterránea y altitud de 80 metros, no tiene prácticamente heladas de irradiación. Lo que si nos dejó pasmados y tiritando de frío fueron los valores registrados en esos observatorios durante las olas de frío de febrero de 1956, que fueron, -22 °C en Albacete y -3 °C en Alicante.

Para terminar indicaremos que cuando las nubes cubren el cielo, se evita la irradiación nocturna y el suelo no se enfría tanto. Así es que terminaremos con el siguiente refrán, válido para heladas de irradiación:

**Con nubes por el cielo, no hay hielo por el suelo.**