

# Las expediciones antárticas del siglo XIX y su importancia para estudios climatológicos actuales

MARIELA VÁSQUEZ GUZMÁN

## Los pioneros

El primer acercamiento al continente Antártico registrado oficialmente ocurrió en el año 1819, cuando el capitán William Smith, comandando el bergantín mercante *Williams*, avistó las islas Shetland del Sur. Sin embargo, fue durante la última semana de enero de 1820 cuando, a bordo del buque insignia *Vostok*, el oficial naval ruso, cartógrafo y explorador Thaddeus von Bellingshausen, líder de la expedición, realizó el primer avistamiento y circunnavegación del continente Antártico. Tres años más tarde, el 20 de febrero de 1823, el capitán Británico James Weddell estableció un nuevo récord al alcanzar 74°14'S, latitud jamás recorrida por un explorador antártico. Posteriormente, las exploraciones Antárticas continuaron con John Biscoe (1831-1832) y Dumont D'Urville (1838-1840), quien encabezó en la llamada "cruzada magnética" la búsqueda del polo magnético del Hemisferio Sur. Fueron contemporáneos a D'Urville Charles Wilkes (1838-1842) y James Clark Ross (1839-1842).

Después de este período, la exploración polar se concentró en el Ártico hasta la década de 1890, cuando comenzó la llamada "Era heroica de la exploración antártica", que se extendió hasta 1922. Dentro de esta etapa, específicamente el 14 de diciembre de 1911, se marcó el éxito del experimentado explorador noruego Roald Amundsen quien, liderando un equipo de cuatro hombres más, logró convertirse en la primera expedición en alcanzar el Polo Sur geográfico.

## Los libros de observaciones

Todos los barcos de exploración, independientemente de su país de origen, contaban con bitácoras y diarios de navegación asociados. Era un requisito legal que se mantuvieran registros día a día de las condiciones de navegación y actividades a bordo de la nave. Por su parte, los barcos de la Marina Real del Reino Unido (*Royal Navy*) y la Marina de los Estados Unidos (*US Navy*) incluían, además, un “libro de observaciones”. Este se diferenciaba del diario de navegación y las bitácoras en que contenía información normalmente de naturaleza hidrográfica –en lugar de las situaciones acaecidas durante el día– que debían ser documentadas en los registros oficiales. A pesar de que no era un requisito legal llevar el libro de observaciones y de que no todos los barcos lo presentaban a las autoridades navales, para fines del siglo XIX estos documentos no oficiales se habían convertido en pequeñas colecciones que guardaban un detallado registro de observaciones meteorológicas y oceanográficas. Por lo tanto, el diario de navegación, la bitácora y el libro de observaciones se presentan como las fuentes documentales primordiales en lo que concierne a la búsqueda de impresiones referidas al estado del mar y condiciones meteorológicas durante aquellas travesías. Afortunadamente, independientemente de las condiciones del tiempo –días soleados o tormentas torrenciales– los marineros que se aventuraron en aquellas primeras exploraciones a la Antártida registraron fielmente, día tras día, los estados del tiempo que enfrentaban.

Hace más de un siglo que aquellos intrépidos navegantes se esforzaron por mantener constantes registros de la temperatura del mar pues, a falta de sonar, esta actividad les podría permitir detectar la presencia de un témpano cuando la temperatura superficial del mar presentaba una brusca caída. Además, necesitaban conocer la temperatura del aire y la presión atmosférica para poder hacer alguna estimación de las condiciones del tiempo futuras, así como saber la velocidad y dirección del viento, factor fundamental para la navegación que también se registraba. Aquellas naves en las que se realizaban los viajes de exploración eran fabricadas con madera, construidas para navegar en el hielo pero no para penetrar la banquisa (hielo marino) y dependían de ser guiadas a través de aguas abiertas y sus corrientes para lograr alcanzar la posición lo más al sur posible. Debían entonces eludir la banquisa, por lo que las observaciones rescatadas de los registros de estas naves tam-

bién otorgan una buena indicación de la extensión del borde del hielo marino.

Todos los registros que se encuentran en aquellas fuentes documentales históricas se realizaron con fines prácticos o para cumplir con los requisitos legales, no para registrar eventos o datos para la posteridad. Estos hombres realizaron su labor hasta en las condiciones más adversas. Registraban sus observaciones vestidos con lana gruesa o algodón encerado, no con trajes elaborados con tecnología de membranas microporosas, y trazaron sus posiciones utilizando una brújula o sextante, sin el lujo del GPS. Jamás imaginaron que, transcurridos más de 100 años, el fruto de su esfuerzo comenzaría a darle a la ciencia respuestas contundentes en algo que en ese momento resultaba inexistente para la humanidad: el concepto de cambio climático.

Lamentablemente, el número de buques expedicionarios que se aventuraron durante el siglo XIX en las altas latitudes del mar austral, y más aún hasta el continente Antártico, es muy reducido. Sin embargo, aquellos registros entregan información detallada, precisa y confiable sobre las condiciones del tiempo a través de la ruta de navegación, ya que muchos de los hombres involucrados en estas expediciones sentían gran interés por la ciencia. Por ello, llevaban en sus naves un buen abastecimiento de instrumentos para realizar observación meteorológica, como barómetros y termómetros. Producto de este interés científico, se publicó bajo la autoridad del almirantazgo británico un *Manual de Investigación Científica* en 1851.

Aquellas observaciones, que fueron estampadas oficialmente en las bitácoras de navegación y voluntariamente en los libros de observaciones, hoy son una fuente increíblemente valiosa de datos meteorológicos y oceanográficos que la ciencia puede utilizar para mejorar sus conocimiento sobre el clima antártico y del planeta.

## El reanálisis meteorológico antártico

A fin de lograr comprender cómo ha variado históricamente el clima en la Antártida y el Mar Austral, así como el efecto e interacción de dichos cambios con otros lugares del planeta, primero es necesario encontrar y analizar muchos datos de observaciones oceanográficas y

meteorológicas realizadas en la zona que cubran un largo período de tiempo, es decir, décadas y siglos atrás. Luego, para llevar las observaciones de la página escrita a la reconstrucción por computadores es necesario atravesar un largo proceso. Como se mencionó previamente, lo primero es hallar aquellos documentos que sean adecuados, en el sentido de que contengan registros válidos y útiles para el estudio. Esto se traduce en una búsqueda exhaustiva en distintos archivos y museos del mundo. Una vez que se selecciona el material que proveerá la información, se debe crear un inventario de las fuentes documentales escogidas y posteriormente se debe rescatar cada uno de aquellos documentos a través de imágenes (scanner o fotografía). Luego, los datos contenidos en las imágenes deben codificarse (digitación en planillas de cálculo) mediante las herramientas disponibles actualmente, como son la codificación manual (tipeo), reconocimiento óptico de caracteres (OCR) o *crowdsourcing* a través de diferentes iniciativas implementadas en ciertas comunidades.

Una vez digitados los datos, deben pasar por un proceso de formateo, control de calidad y homogeneización. Lo anterior se refiere a que todos los datos deben presentar el mismo formato para que, al momento de llegar a alimentar los metadatos, puedan ser leídos sin dificultad. El control de calidad se hace necesario a fin de corregir los errores de digitación que pudiesen haber cometido tanto humanos como máquinas. La homogeneización es un paso clave durante el proceso, pues así se eliminan o corrigen los sesgos que pudiesen presentarse en los datos. Es necesario, por el hecho que diferentes culturas utilizan diferentes escalas de registro, por lo que existe variedad en ellos. Asimismo, los métodos de registro pueden ser diferentes y, en suma, existe el riesgo de que puedan introducir un sesgo o sesgar los resultados en caso de ser ignorados. Es fundamental que cada observación sea coherente con todas las demás, por lo que se hace extremadamente necesario tener en cuenta todas estas diferencias o sesgos, puesto que la reconstrucción computacional no funcionará de manera efectiva si no se logra tal consistencia. Con todo esto, finalmente los datos admiten un análisis retrospectivo y su asimilación para lograr reconstrucciones meteorológicas 4D (reanálisis) a través de plataformas de modelación en super computadores, donde el reanálisis puede abarcar ciertos periodos de tiempo y zonas, permitiendo refinar la imagen del mapa meteorológico del lugar y así predecir cómo podrían cambiar las condiciones climáticas a medida que las condiciones meteorológicas actuales

continúan su alteración.

En conceptos generales, la reconstrucción o reanálisis climático por supercomputadoras utiliza un modelo de pronóstico del tiempo para realizar una reconstrucción histórica de las condiciones meteorológicas, a través de la asimilación de un conjunto de datos históricos (lo más completos y tantos como sea posible) que pueden provenir de distinta naturaleza. Combina una estimación computarizada del clima en cada punto del tiempo (basada en cada única observación de presión), para hacer una estimación combinada del clima en ese momento, entregando múltiples variables, coherente entre ellas, de alta resolución temporal y homogénea en el espacio.

En términos prácticos, al reconstruir las variaciones del viento, hielo marino, presión atmosférica y temperatura del aire de los últimos siglos, la ciencia puede saber si lo observado actualmente se debe o no a un comportamiento natural (y cíclico) basándose en algún precedente del pasado. Este resultado le permite al investigador lograr una mejor comprensión de cómo se originaron y desarrollaron dichos eventos y su posterior impacto.

La utilidad que el científico le dará a los registros meteorológicos rescatados a través del consecuente reanálisis desarrollado puede expresarse de varias formas. Por ejemplo, con una cantidad de datos suficientes es posible reconstruir eventos climáticos severos del pasado, así como también es posible reconstruir las condiciones climáticas extremas (inundaciones y sequías). Los reanálisis también son útiles para estudiar el sistema climático de la Tierra. Por ejemplo, las reconstrucciones meteorológicas pueden ayudar a comprender mejor el complejo sistema de interacción entre el océano y la atmósfera (que finalmente es lo que determina el clima), o cómo el hielo marino o su ausencia influye en la circulación atmosférica y, a su vez, cómo esa circulación influye en la formación de la banquisa.

Específicamente para la región antártica, el reanálisis ha permitido comprender la consecuencia de la intensificación de los vientos a medida que aumenta la temperatura en el continente blanco. Al haber más turbulencia en el mar y mayor oleaje, se reduce la formación de hielo marino, que a su vez es un factor clave en el balance global de energía, pues el continente antártico funciona como un termostato para nuestro planeta y, por lo tanto, es capaz de influir en fenómenos climáticos

alrededor de todo el mundo. Así sabemos que debido a la influencia antártica sobre la corriente oceánica es que Chile cuenta con el desierto más árido del mundo y los cielos más despejados en su zona norte.

Estas son sólo algunas de las muchas aplicaciones a las que contribuyen los datos históricos rescatados desde aquellos registros efectuados por los pioneros de las expediciones antárticas.

Si bien, ciertamente, hay mucha investigación realizada hasta ahora, falta mucho que recorrer para lograr una vasta comprensión de las interacciones y efectos del cambio del clima y, por ende, continuar mejorando las proyecciones para el clima futuro. Los estudios de reanálisis efectuados en el último tiempo presentan un gran potencial para su aplicación en la dinámica climática antártica sobre fenómenos tan sensibles como espesor, extensión y concentración del hielo marino y la respuesta de los ecosistemas terrestres y marinos ante sus variaciones. Dado que en la Antártida se encuentra la zona con los vientos más fuertes del planeta, algunos resultados sobre estudios de potencial de tormentas indican que en los últimos 150 años la intensidad de los vientos no habría sido tan alta como en el presente.

## **Conclusión**

A pesar de todos estos avances, no es aquí donde culmina este camino. La comunidad científica necesita muchas más observaciones meteorológicas y oceanográficas, ya que nunca se podrá decir que se cuenta con demasiadas. Es necesario rescatar cualquier cuaderno de bitácora o documento histórico relacionado con registros de superficie o del mar tomados en el continente antártico, el Océano Pacífico y el Hemisferio Sur en general, ya que estas son las regiones del planeta de las que más escasean los datos. El futuro de los cambios climáticos en la Antártida y el Mar Austral se encuentran entrelazados de manera crítica, lo cual repercute en el clima y, por ende, en sistemas biológicos alrededor de todo el planeta.

## **Bibliografía**

- Agencia EFE (2017). Chile Antártida. La Antártida, un termostato que regula el clima del planeta. <https://www.efe.com/efe/america/cronicas/la-antartida-un-termostato-que-regula-el-clima-del-planeta/50000490-3198908>.
- Aguilar, E., Auer, I., Brunet, M., Peterson, Thomas C., & Wieringa, J. (2003). Guidelines on Climate Metadata and Homogenization. World Meteorological Organization. WMO/TD No. 1186.
- Allan, R., Brohan, P., Compo, G., Stone, R., Luterbacher, J., & Brönnimann, S. (2011). The International Atmospheric Circulation Reconstructions over the Earth (ACRE) Initiative. American Meteorological Society. DOI 10.1175/2011BAMS3218.1.
- Barreira, S. (2012). Variabilidad Espacial y Temporal del Hielo Marino Antártico. Relación con la Circulación Atmosférica. 1º Edición, Editorial Académica Española. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH&Co. KGISBN: 978-3-659-02325-5.
- Cabré, A., I. Marinov, & A. Gnanadesikan. (2017). Global Atmospheric Teleconnections and Multidecadal Climate Oscillations Driven by Southern Ocean Convection. *J. Climate*, 30, 8107–8126, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0741.1>
- Herschel, J. F. W., Great Britain. Admiralty. (1849). *A Manual of Scientific Enquiry: prepared for the use of Her Majesty's navy : and adapted for travellers in general*. London: J. Murray.
- Holland, P.R., Bracegirdle, T.J., Dutrieux, P. et al. (2019). West Antarctic Ice Loss Influenced by Internal Climate Variability and Anthropogenic Forcing. *Nat. Geosci.* 12, 718–724. <https://doi.org/10.1038/s41561-019-0420-9>
- Wilkinson, C. (2014). Sources of Historic Sea-Ice Observations for the Southern Hemisphere. : <https://www.researchgate.net/publication/263673659>
- Wilkinson, C., & Vasquez, M. (2017). Report on the Imaging of Sources of Historic Ice, Meteorological and Oceanographic Data in the Southern Ocean – Åland Maritime Museum, Mariehamn, Finland. DO - 10.13140/ResearchGate.2.2.24494.61763.

*Expediciones antárticas del siglo xix y su importancia  
para estudios climatológicos actuales*

Wilkinson, C., & Vasquez, M. (2018). Åland Ships and Climate Research, In the Southern Ocean. Sjöhistorisk årsskrift för Åland 2017 - 2018:30. Ålands Nautical Club r.f. Stiftelsen Ålands Sjöfartsmuseum. Mariehamn. Pp 64 - 72.