

---

# EL MAR Y LA ANTÁRTIDA

## Testigos del cambio climático

Hugo Viglietti Di Mattía<sup>1</sup>

---



El buque avanzaba lentamente, muy lentamente. El Comandante alternaba entre la pantalla de radar y el puente abierto. Todo era una apasionante comunión de azul y de blanco. Azul profundo del mar en las proximidades del buque, azul brillante de un cielo intenso que daba un marco espectacular al panorama que les rodeaba. El resto era un horizonte blanco en los 360°, blanco de témpanos de formas caprichosas que desfilaban a lo largo de la eslora, blanco de hielos apisonados en capas milenarias. Como suele suceder en estos casos, las pantallas de los sensores presentan una imagen llena continua, como si uno se dirigiera hacia un continente. Lo mismo sucede con la vista, uno mira y ve una pared blanca, el marino bisoño piensa que es tierra, pero no es así. El navegante lleva la posición en la carta náutica y queda claro que aún falta bastante para llegar. Son hielos, témpanos, escombros, trozos de glaciares desprendidos y entre ellos se van desplazando las 4.000 toneladas de acero del buque. El Oficial de Guardia en el puente va maniobrando con extremo cuidado, ante la silenciosa

---

<sup>1</sup> Contra Almirante de la Armada Nacional. Egresado de la Escuela Naval en 1974. Se desempeñó como Comandante del Destructor ROU "Uruguay", Jefe de Estado Mayor de la División Escolta y de las Fuerzas de Mar, Jefe del Estado Mayor General de la Armada y en la actualidad es el Comandante de la Flota de la Armada Nacional. Es Oficial de Estado Mayor graduado de la Academia de Guerra Naval y del Instituto Militar de Estudios Superiores (ROU). Participó en la campaña Antarkos del verano de 1990, en numerosos eventos y reuniones del Sistema del Tratado Antártico y del Grupo de Trabajo de Medio Ambiente, habiendo sido Presidente del Instituto Antártico Uruguayo (2004 y 2006).  
[hugoviglietti@yahoo.es](mailto:hugoviglietti@yahoo.es)

mirada aprobatoria del Comandante. A bordo hay gente curtida, pero todos saben que navegar por debajo del Paralelo 60° Sur es arriesgado y no puede haber descuidos. En la Antártida conviven por igual la belleza de la naturaleza con su lado más oscuro de salvajes e imprevisibles tormentas. Es tan bella como peligrosa. Ya en 1938 Richard Byrd había escrito en Londres: “*Tras observar la Antártida durante cierto tiempo, llegué a la conclusión de que semejante belleza estaba reservada para lugares remotos y peligrosos y que la naturaleza tiene buenas razones para exigir sacrificios y riesgos a las personas decididas a contemplarlos*”.

La voz del intercomunicador suena en el puente - *Comandante el helicóptero está listo para decolar* - El viento fuerte existente desde hacía horas había impedido las operaciones aéreas. Ahora, soplaba con una fuerza de 15 nudos y el barómetro venía marcando un ascenso en la presión. Verificadas las condiciones meteorológicas el Comandante autorizó el despegue con alegría y mayor tranquilidad. El helicóptero le indicaría ahora los rumbos más adecuados para enfrentar esa “pared” blanca. Y así fue. La Aviación Naval también tiene experiencia en la Antártida, saben de vientos catabáticos<sup>2</sup> y los riesgos de desorientación cuando los grises de mar, nieve y cielo desdibujan el horizonte. Pero en ese momento con visibilidad plena, la voz de los pilotos fue indicando los rumbos más convenientes y el ROU04 “Artigas” continuó su avance hacia el continente helado. En ese viaje se confirmaría una vez más la importancia del binomio buque-aeronave o como se le suele llamar, *los ojos más allá del horizonte*. En efecto, sería la navegación en que se llegaría al punto más austral que jamás un buque de bandera nacional había alcanzado, justamente en proximidades de la Isla “Uruguay”. Y sería también una singladura especial marcada por la búsqueda y asistencia exitosa que efectuara el helicóptero naval a pedido del Jefe de la Base Rusa, de cinco científicos alemanes perdidos en el Glaciar Collins.

La navegación seguía. Una hermosa navegación que maravillaba a los despreocupados tripulantes pero mantenía en vilo a la guardia de puente. Entre científicos, estudiantes de facultades, el cuerpo de alumnos completo de nuestra Escuela Naval que cumplía 100 años, cadetes invitados de la Escuela Militar y de la Escuela Militar de Aeronáutica, extranjeros de programas antárticos de otros países y por supuesto la dotación del buque, coexistían a bordo 236 almas. El Comandante estaba haciendo su cuarto viaje a la Antártida y la encontraba distinta. Se lo habían advertido. No en vano el ROU26 “Vanguardia”, el noble buque de casco polar que llevaba más de 15 años de campañas antárticas, en sus últimos dos no había podido acceder al ECARE, la Estación Científica Antártica Ruperto Elichiribehety que Uruguay habita en el verano en proximidades de la Bahía Esperanza. ¿Por qué la encontraba distinta? Para responder esa interrogante vamos a recoger a lo largo de este artículo, conceptos de un excelente trabajo que realizara el Capitán de Navío Aldo Felici. Este Oficial, hoy cumpliendo funciones como Agregado de Defensa en la Embajada de la República en Alemania, dedicó los últimos 12 años de su carrera a desarrollar un magnífico aporte en el Instituto Antártico Uruguayo, como miembro de su Consejo Directivo y Oficial de Medio Ambiente, y también miembro por derecho propio de la comunidad científica internacional antártica, donde se ganó un nombre a fuerza de inteligentes trabajos presentados y de interactuar diligentemente con científicos uruguayos y de diferentes países. Nos introducimos entonces en lo medular de estas líneas.

---

<sup>2</sup> En la Antártida, los vientos catabáticos descienden desde los glaciares en forma sorpresiva, alcanzando velocidades superiores a los cien nudos.

Las condiciones cuasi prístinas u originales de la Antártida, determinan que su medio ambiente se haya convertido en bien objeto de protección jurídica en el Sistema del Tratado Antártico. Es así que este régimen especial está enfocado a darle protección a la Antártida por su gran valor, presente y futuro, como laboratorio único, entre otros, del cambio climático. A este gran valor debe sumársele la condición de ser la mayor reserva de agua potable del mundo, concentrando más del 70% de este recurso vital, además de su elevada producción de recursos alimenticios, que se colectan racionalmente a través de actividades reguladas de pesca de especies de gran valor económico y nutritivo, como lo es la merluza negra y aún con efectos terapéuticos como lo es el kril antártico.

En la Antártida es donde la atmósfera acumula grandes cantidades de energía, tanto del sol como aquella transferida por el Océano Austral, dinamizando el motor termodinámico del mundo de modo que a su compás es que se producen los cambios climáticos como variaciones del tiempo meteorológico. En su casquete de hielo se están realizando perforaciones profundas que a través de testigos de hielo presentan los registros paleoclimáticos que permiten reconstruir precisamente las condiciones del clima hasta aproximadamente 1.000.000 de años atrás y con ello conocer el período de las glaciaciones y cuáles serían las tendencias del futuro.

La atmósfera antártica, el Océano Austral y los hielos polares regulan elementos importantes del sistema global como el clima, las temperaturas y el nivel de los océanos. La Antártida es el barómetro del cambio climático, transmitiendo rápidamente fuertes gradientes térmicos y grandes energías de su circulación atmosférica, anomalías que se reflejan en otras regiones remotas del globo, variando por ejemplo el régimen de lluvias.

El cambio climático a nivel global se amplifica en las regiones polares, donde es importante determinar si a corto plazo subsisten los efectos directos del calentamiento con las enormes pérdidas actuales de masa de hielo, o si a largo plazo prevalece el efecto de realimentación por el albedo frío que haría avanzar el límite de la plataforma polar, generando un impulso hacia un nuevo período de glaciaciones. Los gases de efecto invernadero amplifican el calentamiento que disminuyen los hielos, y la disminución de la superficie congelada disminuye el albedo frío en el entorno, por lo cual se absorbe más calor que acelera el derretimiento del hielo. El nivel de los océanos aumentaría con lo cual facilita el desprendimiento de las plataformas de hielo y a su vez el desplazamiento del hielo continental, especialmente en la Antártida Occidental, además con la consiguiente pérdida de reservas de agua dulce. Un estudio realizado recientemente señala que los hielos en la Antártida se habrían retraído promedialmente alrededor de 50 metros en los últimos diez años y por otra parte se ha determinado que la velocidad de flujo ha aumentado en casi 40% en relación a la que en la década de los años 70 presentaba el hielo. La Península Antártica, situada en la Antártida Occidental (región más próxima a América del Sur) registra las mayores tendencias de calentamiento con un aumento de 0,53 grados Celsius por década para el período entre 1951 y el 2006, según registros de la Estación Faraday/Vernadsky.

En el caso de descongelarse todos los glaciares del mundo, el nivel de los océanos podría alcanzar casi los 80 metros por encima del nivel actual, proceso que requeriría aún algunos miles de años, o por lo menos cientos de años en el caso de producirse efectos aceleradores del calentamiento global, previéndose para finales de este siglo un aumento del

nivel oceánico de hasta alrededor de 1 metro. En el caso de Uruguay, aún considerando el máximo aumento del nivel de los océanos, su orografía de alturas moderadas permite visualizar que las Cuchillas de Haedo y Grande, además de otras estribaciones y paisajes serranos, serían parte del territorio que afloraría de las aguas. El cambio climático reflejaría entonces las consecuencias de los cambios en la Antártida con un desplazamiento de las zonas climáticas, con su correlativo movimiento de la flora y la fauna y la modificación de los ecosistemas, el aumento de los niveles de los mares y la verificación de fenómenos climáticos más extremos acompañados de la desertificación de amplias zonas del globo.

El ejemplo más claro en respuesta al cambio climático por los organismos terrestres en la Antártida, está dado por el florecimiento de dos plantas nativas en la Antártida Marítima, de las cuales la *Deschampsia* antártica ha incrementado su abundancia en sitios como en la Isla Rey Jorge o Isla 25 de Mayo, donde se realizan actividades antárticas uruguayas. La introducción de especies extrañas o alienas<sup>3</sup> de microbios, hongos, plantas y animales introducidos a través de la actividad humana, se están dando en la mayoría de las Islas Subantárticas impactando los ecosistemas nativos y su biota, con tendencia a extenderse al continente. El hallazgo de unas pocas especies de macroalgas y una de crustáceos invasivos pueden constituir las primeras etapas de un cambio biogeográfico introducido por el calentamiento.

La dinámica inestabilidad de las capas de hielo de Groenlandia y la Antártida contribuirá a que el aumento del nivel del mar no sea uniforme, mostrando las proyecciones para el próximo siglo un mínimo de aumento en el nivel del mar en el Océano Austral y un máximo en el Océano Ártico. También se podrán esperar incrementos en los vientos de superficie sobre el Océano Austral en el verano y en el otoño. Esto conducirá a la continuidad del desplazamiento en dirección al polo de los recorridos de tormenta del Océano Austral. Las temperaturas del aire más calientes y la asociada mayor humectación atmosférica, causarán incrementos en la precipitación en el futuro. Se podrá esperar una mayor precipitación y acumulación en la región costera de la Antártida.

En el caso de que la capa de hielo marino continúe disminuyendo, las algas del hielo comenzarán a desaparecer debido a la pérdida de su hábitat, lo cual podría causar una cascada a través de niveles tróficos superiores de la cadena alimenticia. Si en más de cien años se produjese la remoción completa del hielo marino, se podría esperar la extinción de las especies que en el presente dependen de él para su supervivencia, incluyendo algunos peces, pingüinos, focas y ballenas. Por otra parte, si los niveles de pH de la superficie del océano se vuelven más ácidos parecería probable que los esqueletos de una importante parte del plancton en la base de la cadena alimenticia se verían afectados, riesgo que es mayor en el Océano Austral, contribuyendo a agotar uno de los caladeros de pesca más importantes del mundo, incrementando así la presión sobre la necesidad de procurar cada vez mayor cantidad de alimentos.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, afirma en su informe de marzo 2009 que paralelamente al diseño de una nueva arquitectura financiera internacional, también se deben reconocer y abordar los riesgos de un impacto arrollador producido por el cambio climático. Las poblaciones más pobres del mundo son vulnerables al ascenso del nivel del mar inducido por el clima, a la erosión costera y a las tormentas frecuentes, considerando

---

<sup>3</sup> Nos referimos a aquellas especies ajenas al lugar.

que cerca del 14% de las poblaciones de los países en vías de desarrollo viven en zonas costeras de escasa elevación expuestas a estos riesgos. A este respecto, agrega el informe que para el año 2050 se debe duplicar la producción de alimentos para satisfacer el aumento de la población mundial, erosionándose rápidamente la biodiversidad y los ecosistemas. Por otra parte se suma la escasez del agua, con una de cada cinco personas en el mundo en vías de desarrollo que carece de acceso suficiente al agua limpia. La disponibilidad de agua en muchas partes del mundo se verá cada vez más afectada por el cambio climático por los patrones cambiantes de precipitación, los glaciares que se derriten y las sequías.

Los buques de la Armada Nacional operan por excelencia como verdaderas plataformas antárticas integradas, esto es actuando los tres ejes motores principales de la actividad de campo en la Antártida. Estos ejes se actúan a través del desarrollo de la actividad científica con multiplicidad de proyectos científicos embarcados, de la actividad logística asociada transportando personal y material necesario para el desarrollo humano, y de la actividad ambiental que orienta y monitorea la compatibilidad de las actividades humanas abordando este tema con un enfoque eminentemente precautorio en el marco de cumplimiento de las disposiciones del Tratado Antártico y su único instrumento complementario, constituido por el Protocolo del Tratado Antártico sobre la Protección del Medio Ambiente, conocido también como Protocolo de Madrid.

La consideración de la importancia de las implicancias del cambio climático y la gestión del medio ambiente en la Antártida se ve claramente reflejada en la agenda anual de las reuniones y en el plan quinquenal de trabajo del Comité de Protección Ambiental, como órgano asesor de la Reunión Consultiva del Tratado Antártico y que le asiste en la elaboración de las pautas instrumentadoras del propio Tratado, incluyendo especialmente este tema en los aspectos referidos al monitoreo ambiental e informes sobre el estado del medio ambiente en la Antártida. En este contexto, nuestros barcos contribuyen directamente al cumplimiento de las obligaciones de medios y obligaciones de resultados implícitas en estos instrumentos internacionales, permitiendo articular los compromisos contraídos por la República en virtud de la misión que reviste el carácter de Parte Consultiva del Tratado Antártico, incluyendo la protección del medio ambiente. En este entendido es que la efectiva implementación de las prestaciones contenidas en el referido Tratado y su Protocolo, como por ejemplo el retiro anual de los residuos producidos por la actividad antártica uruguaya del Área del Tratado, constituyen la más clara manifestación de la voluntad de cumplir con las obligaciones emanadas, contribuyendo a preservar la designación de la Antártida como reserva natural consagrada a la paz y a la ciencia.

Participando activamente junto al Ejército Nacional y la Fuerza Aérea Uruguaya así como también con otros actores públicos estatales en el desarrollo del Programa Antártico Nacional como un gran emprendimiento del país todo, la Armada Nacional ha venido contribuyendo en un gran número de actividades concernientes a la protección del medio ambiente antártico. Veamos a continuación de manera sintética algunas de las que actualmente se encuentran en prosecución:

Aproximación Inicial al Monitoreo Biológico. En este contexto, se ha implementado desde hace cuatro años el monitoreo biológico también para el Plan de Contingencia de la Descarga de Combustible de los barcos logísticos de la Armada Nacional para la Base

Científica Antártica Artigas. El objetivo de esta actividad de monitoreo es el de evaluar la integridad biológica del área comprendida entre la Bahía Collins y la Caleta Ardley antes, durante y después de las maniobras de trasvasado de combustible, para contribuir a verificar que no se producen alteraciones en la biota como consecuencia de dichas actividades.

Actividad de relevamiento magnético. En el contexto del Programa de Monitoreo Ambiental, técnicos de la Armada Nacional construyeron un magnetómetro triaxial con el cual se desarrolla el plan de relevamiento magnético procurando analizar la estrecha relación entre el campo magnético imperante y actividades vitales tales como la reproducción, crecimiento, desarrollo de patologías y orientación en las migraciones.

Actualmente, se ha desarrollado también tecnología propia en las áreas de la saturación magnética y de la precesión protónica, a efectos de construir una estación fija automática, como contribución de Uruguay a las actividades del Año Polar Internacional 2007-2008, a la luz del impulso que se ha dado a la realización de estudios geomagnéticos de la manera más extensiva posible en virtud del proceso de inversión de los polos magnéticos terrestres.

Extensión del Uso del Sistema de Identificación Automática (AIS) para la Seguridad de las Operaciones Antárticas. Con el propósito de contribuir a incrementar la seguridad de las operaciones en la Antártida, especialmente a la luz de accidentes sufridos en el mar y en el hielo por personal de otros programas antárticos, se ha experimentado extendiendo el uso del Sistema de Identificación Automática (AIS) homologado por la Organización Marítima Internacional (OMI), instalándolo en estaciones y móviles terrestres o náuticos. De esta forma, se apunta a la salvaguarda de la vida de científicos, personal logístico y otras personas que se desplacen en los medios de transporte uruguayos, y a su vez complementariamente a la seguridad del material, facilitando las tareas de búsqueda y rescate, o también de apoyo logístico, incluyendo el caso de un incidente ambiental, con la posibilidad de una rápida acción de respuesta para evitar derrames o dispersión de otros materiales antropogénicos, en base a un continuo seguimiento de la posición de los móviles.

Medidas preventivas para evitar la introducción de especies alienas en la Antártida, en cumplimiento del Anexo II "Protección de Flora y Fauna" del Protocolo al Tratado Antártico sobre la Protección del Medio Ambiente (Protocolo de Madrid). La inspección de la carga y equipaje, su desinfección previa al embarque y la fumigación de las naves, constituyen medidas preventivas adecuadas para evitar la introducción de especies alienas en la Antártida. Estas medidas se están profundizando, especialmente a la luz de los efectos del calentamiento global, a partir del cual ciertas especies pueden extenderse más allá de los límites conocidos de distribución escapando además a las presiones que los parásitos y predadores naturales ejercen sobre ellos, pudiendo ahora transportarse diversos organismos vivos de un lugar a otro con mayores oportunidades de resultar eficaces colonizadores. El tratamiento de este tema que involucra a las especies no nativas en la Antártida, en el cual Uruguay ha sido uno de los primeros países que están participando activamente en el ámbito del Comité de Protección Ambiental, se ha convertido por su implicancia de futuro en el tema de más alta prioridad en el contexto del plan de trabajo para los próximos 5 años de este órgano.

Relevamiento de Desechos Marinos en la Costa Septentrional en la Isla Rey Jorge / Isla 25 de Mayo. Contribución a la Efectivización del Anexo IV “Prevención de la Contaminación Marina” del Protocolo de Madrid. La finalidad del programa que es la de colaborar con las funciones de la Comisión de la Convención sobre la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos en el análisis de la efectivización de las Medidas de Conservación, puede también extenderse para contribuir al seguimiento de las medidas implementadas en conformidad al Anexo IV “Prevención de la Contaminación Marina” del Protocolo al Tratado Antártico sobre la Protección del Medio Ambiente, con aplicación a su vez en el informe del estado del medio ambiente y la notificación de datos sobre los temas que a continuación se especifican: búsquedas de desechos marinos en las playas; enredo de aves y mamíferos marinos en los desechos marinos; presencia de desechos marinos en las colonias de aves marinas; y animales contaminados externamente (petróleo u otra sustancia).

Finalmente podemos establecer una serie de conclusiones interesantes:

En primer lugar la fotografía que hoy se tiene sobre el clima es apenas una pequeña parte de la larga historia de la Antártida, lo cual dificulta observar la separación entre la variación natural del clima y las influencias de carácter antropogénico.

Los efectos de los gases invernadero son evidentes y su aumento podrá ser considerable en el próximo siglo, acelerando la producción de estos efectos.

Se continuarán produciendo cambios en aspectos como la temperatura la precipitación y la extensión del hielo marino, con un considerable impacto en la biota tanto terrestre como marina.

Y dejamos para el final unas reflexiones a modo de corolario. Teniendo en cuenta la importancia del rol central de la Antártida en el sistema de la Tierra, es relevante poder participar en proyectos de largo aliento que contribuyan al estudio del cambio climático, enfocando aquellos aspectos que son menos comprendidos. Para ello, se podrá contribuir desde el área de la Península Antártica, donde se realizan las actividades antárticas uruguayas, como sitio bajo rápido calentamiento y elevado riesgo debido al cambio climático. En tal sentido es excelente la forma como el Instituto Antártico Uruguayo viene realizando sus actividades de coordinación a nivel nacional e internacional, de todos los proyectos y emprendimientos relativos al quehacer científico antártico.

En este ámbito, es capital continuar evaluando la contribución de las operaciones antárticas al calentamiento de la Tierra, adoptando las medidas para mitigar los efectos del cambio climático en la Antártida en relación a los eventuales impactos antropogénicos.

La ruta trazada por Uruguay en los aspectos de gestión ambiental que remiten al monitoreo y el informe sobre el estado del medio ambiente, le permitirá contribuir en el contexto del cambio climático participando en las instancias principales del Comité de Protección Ambiental en este quinquenio, a la vez que continuará facilitando la compatibilidad ambiental de las actividades uruguayas en la Antártida.

Esta orientación alineada en consonancia con la privilegiada posición del Uruguay como país natural, favorece los derechos del ser humano a gozar de un medio ambiente sano y equilibrado, procurando conservar tanto los valores funcionales como así también los estéticos de este continente único.

Los cambios son inherentes a la evolución de la Tierra y con ellos presentan enormes desafíos a la raza humana, que con su capacidad de optar por modificar su hábitat favorablemente o en contra, consciente de sus limitaciones para enfrentarlos, deberá apelar a las virtudes que nos hacen exitosos como especie, la razón y el ingenio. El mar y la Antártida son a la vez laboratorio y herramientas para entender y prevenir las posibles consecuencias del cambio climático global. Debemos tomar conciencia que somos realmente vulnerables en el tiempo.-

## **BIBLIOGRAFÍA**

El cambio climático y el medio ambiente en la Antártida, C/N Aldo Felici.

Informe del Programa de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente de marzo 2009.

Informe final de la XXXII Reunión Consultiva del Tratado Antártico.

Fotografía gentileza del Cnel. Waldemar Fontes y Fundación Antarkos.

