

La investigación en la Antártida, el SCAR y el papel de España en el contexto internacional: situación actual y perspectivas futuras

J. López Martínez ¹

(1) Departamento de Geología y Geoquímica, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid. Campus de Cantoblanco. 28049 Madrid, España

➤ Recibido el 7 de noviembre de 2011, aceptado el 17 de enero de 2011.

López Martínez, J. (2011). La investigación en la Antártida, el SCAR y el papel de España en el contexto internacional: situación actual y perspectivas futuras. *Ecosistemas* 20(1):7-13.

La Antártida es un escenario privilegiado para efectuar investigaciones en muchos campos de la ciencia, incluidos estudios relacionados con los ecosistemas, la biodiversidad y la adaptación de la vida a las particulares condiciones ambientales existentes. En los últimos años se han incrementado los proyectos relacionados con el estudio del cambio climático, sus efectos locales e influencia en procesos globales. La celebración del Año Polar Internacional 2007-2008 ha significado un impulso de las investigaciones polares y ha abierto nuevas perspectivas para la investigación en la Antártida. En este artículo se destaca la importancia de la cooperación internacional para la investigación antártica y la función que en ello desarrolla el *Scientific Committee on Antarctic Research* (SCAR). Se comenta también la contribución española desde que nuestro país se incorporó a dicho foro y se hace un repaso de algunos temas y campos de investigación que se apuntan como de mayor interés para los próximos años dentro de la investigación antártica.

Palabras Clave: Antártida, Investigación antártica española, SCAR, Investigación polar, Año Polar Internacional, Cooperación internacional

López Martínez, J. (2011). Antarctic research, SCAR and the Spain's role in the international context: current situation and future perspectives. *Ecosistemas* 20(1):7-13.

Antarctica is a valuable scenario for scientific research in different fields, including studies on ecosystems, biodiversity and life adaptation to the existing particular environmental conditions. Last years there has been a development of projects related to the study of climate change, its local effects and connection to global processes. The International Polar Year 2007-2008 has produced a development of the Antarctic research and opened new perspectives. In this paper the importance of the international cooperation and the role of the Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) are pointed out. The Spanish contribution and a series of possibly key themes and research fields for the coming years are also commented.

Key words: Antarctica, Spanish Antarctic research, SCAR, Polar research, IPY, international cooperation.

Interés de la investigación en la Antártida

La Antártida ofrece extraordinarias posibilidades para la investigación científica y constituye, por las especiales circunstancias de su naturaleza y de su status administrativo, un claro ejemplo de las ventajas de la cooperación internacional.

Investigar en las zonas polares, en particular en la Antártida, permite hacer nuevos descubrimientos para la ciencia, aumentar el conocimiento sobre un extenso e interesante sector de la Tierra, y aportar información esencial para estudiar y efectuar el seguimiento de procesos que tienen influencia global. Se trata de zonas especialmente sensibles a los cambios ambientales, como es el caso de los debidos al actual calentamiento global. Por ello, el seguimiento de los cambios locales y el estudio de las posibles consecuencias globales es algo del máximo interés.

Las zonas que más se han calentado de la Tierra en los últimos cincuenta años se encuentran en regiones polares y, en concreto, la región de la Península Antártica es la zona que más ha aumentado su temperatura en todo el hemisferio sur.

Las investigaciones que se llevan a cabo en la Antártida abarcan muchos campos de la ciencia. En los últimos años ha aumentado considerablemente el interés por mejorar las redes de observación y el seguimiento de los procesos relacionados con el cambio climático, la respuesta de los glaciares y de los ecosistemas antárticos, así como los efectos en los sistemas globales. Se ha incrementado también la atención hacia los cambios ambientales ocurridos en el pasado, reconocibles a través de las evidencias conservadas en el registro geológico y en el hielo. En este contexto, el hielo antártico, que recubre aproximadamente el 99,7% de la superficie del continente (**Fig. 1**), ha proporcionado información clave sobre los cambios en la temperatura y la composición atmosférica en los últimos 800.000 años, que es la edad del hielo más antiguo localizado y analizado hasta la fecha. La Antártida, por su aislamiento y lejanía de otros continentes, por poseer más del 90% del hielo existente en la Tierra y por su papel trascendental en las circulaciones oceánica y atmosférica globales, es un lugar privilegiado para los estudios relacionados con el cambio climático.

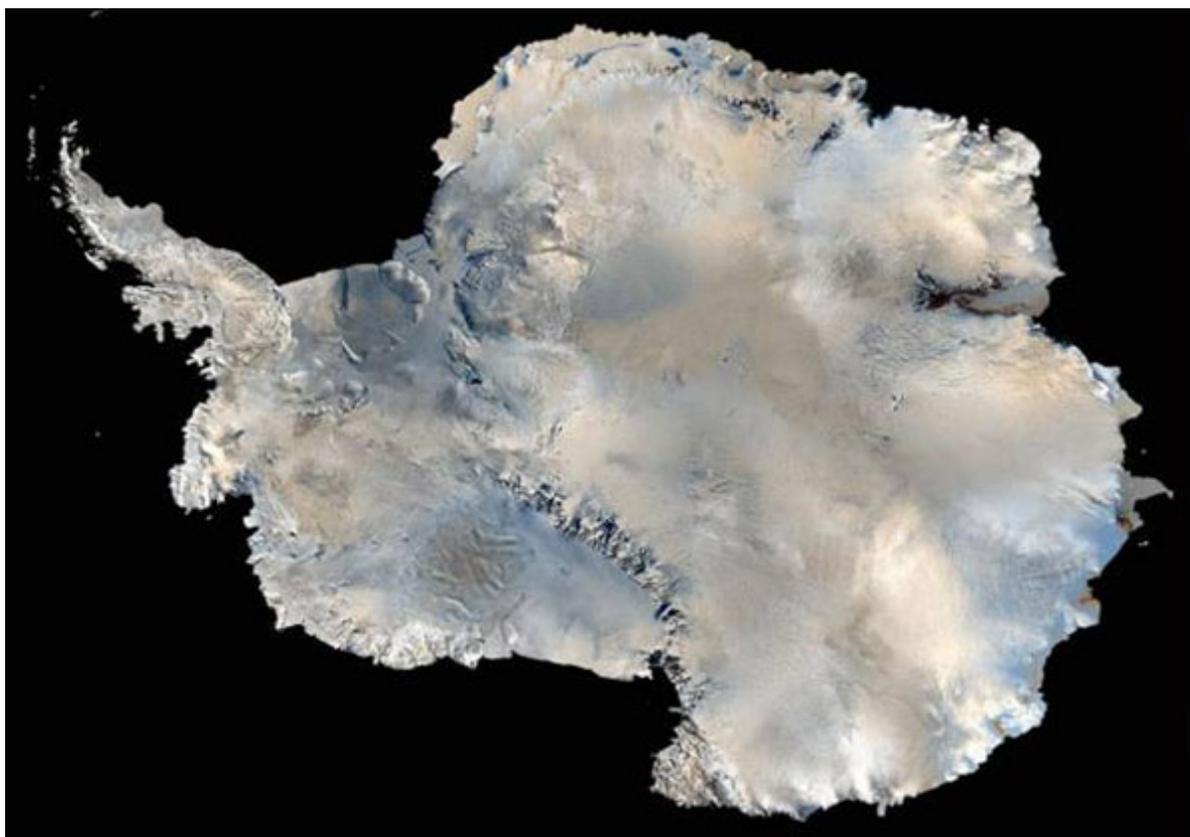


Figura 1. La Antártida representada mediante un mosaico de imágenes de satélite (fuente NASA).

Los estudios sobre la biodiversidad antártica, la adaptación de la vida a las particulares condiciones de temperatura e iluminación existentes, así como la respuesta de los organismos vivos a los cambios ambientales, como el aumento de la radiación ultravioleta o el calentamiento atmosférico, son aspectos también de creciente interés. La Antártida es un magnífico laboratorio natural para muchas investigaciones relacionadas con los ecosistemas terrestres y marinos, la ecología vegetal, la fauna bentónica, la microbiología, y en general con la biodiversidad y la cadena trófica.

La remota localización de la Antártida, muy lejos de las zonas habitadas y, por lo tanto, de los focos de producción de contaminación antrópica, el aislamiento, el frío y su posición en el entorno de un polo magnético, la convierten en una apropiada plataforma para efectuar numerosas mediciones. El descubrimiento del denominado agujero de ozono, ocurrido en la Antártida a principios de los años 1980, es uno de los más claros ejemplos del interés que presenta para la humanidad investigar en un lugar tan remoto como la Antártida.

El conocimiento de la Antártida es también fundamental para la reconstrucción de la historia geológica del planeta, tanto desde el punto de vista de la paleogeografía y la tectónica de placas, como de las condiciones paleoambientales. El actual continente antártico fue una pieza central del supercontinente de Gondwana y, por lo tanto, en el mismo y en sus márgenes se encuentra valiosa información sobre el proceso de fragmentación ocurrido desde el Mesozoico.

La presencia de mar helado es un factor de gran importancia para los ecosistemas locales y, a través del albedo, para la circulación oceánica y los balances globales de masa y energía. Los cambios ocurridos en los últimos años en la superficie ocupada por el mar helado muestran considerables diferencias en ambas zonas polares. Mientras que en el Ártico en los últimos 30 años ha habido una reducción cercana al 40 % en la mínima extensión anual del hielo marino, que allí se produce en septiembre, en la Antártida en esas mismas tres décadas se ha producido un incremento del orden del 1% por década, tanto en la máxima como en la mínima extensión anual del hielo marino, que son del orden de 19 y 3 millones de km², respectivamente. Hay sectores, como los del mar de Bellinghausen y el mar de Amundsen, en los que en los últimos años ha habido disminución de mar helado, pero ello se ha visto compensado por aumentos en regiones como la del mar de Ross. Las causas no están completamente aclaradas, pero se ha apuntado como posible la llegada de vientos más fríos en ciertos sectores, debido a la existencia del agujero de ozono. Si esto fuera así, la esperada recuperación del agujero de ozono a lo largo de las próximas décadas podría tener un impacto en la disminución del mar helado en la Antártida. Por otra parte, parece que los fenómenos de El Niño en la zona tropical del océano Pacífico se corresponden con condiciones relativamente frías y secas en la Península Antártica y con condiciones más templadas y mayores precipitaciones en la región costera meridional del mar de Amundsen. Sin embargo, sigue siendo necesario conocer más detalles que ayuden a entender las razones de los procesos mencionados.

Los glaciares de la Antártida Occidental son especialmente vulnerables ante el calentamiento, porque buena parte de la base del hielo que recubre ese sector se encuentra por debajo del nivel del mar y existen numerosas plataformas de hielo. Todas las plataformas presentes en la periferia del continente ocupan alrededor de dos millones de kilómetros cuadrados, pudiendo llegar su grosor a varios centenares de metros. En los últimos años se ha producido la desintegración de varias de ellas en la zona de la Península Antártica, como por ejemplo en 1995 la plataforma Larsen A y en 2002 la plataforma Larsen B, ambas en la vertiente del mar de Weddel. Además, en 2008 ha iniciado el proceso de rotura masiva de la plataforma Wilkins, situada en el sector de la Península Antártica orientado hacia el Pacífico.

Las investigaciones de los últimos años han constatado el importante papel del agua líquida existente bajo los casquetes polares, donde se ha detectado la presencia de lagos y redes de drenaje. Ello afecta a la velocidad de flujo glaciar, la pérdida de masa de hielo y la composición de las aguas marinas circundantes. En la actualidad se tiene constancia de la existencia de más de 170 lagos subglaciares de dimensiones considerables bajo el casquete antártico, siendo el más grande de ellos el lago Vostok, con alrededor de 14.000 km² de superficie y varios centenares de metros de profundidad, situado bajo unos 3.600 m de hielo.

El permafrost interviene de modo notable en el ciclo global del carbono y en diversos procesos biogeoquímicos asociados. La degradación del permafrost favorece la acción bacteriana y afecta a la liberación de gases de efecto invernadero. En la Antártida, debido al mayor recubrimiento glaciar y a la menor presencia de materia orgánica en el suelo, la liberación de hidratos de gas parece que ocurre en mucho menor grado que en el Ártico. Sin embargo, las alteraciones del permafrost tienen también implicaciones en la estabilidad del terreno, en la dinámica hidrogeológica y en los ecosistemas.

A través del registro geológico y de los datos climáticos y ambientales obtenidos desde que comenzaron las mediciones instrumentales a mediados del siglo XX, conocemos en cierto grado, aunque mejorable, las variaciones ocurridas y sus consecuencias en la biosfera, a la vez que los modelos numéricos han permitido obtener posibles proyecciones hacia el futuro (Turner et al., 2009).

La cooperación científica internacional y el SCAR

Para la eficacia de la investigación en la Antártida y para poder abordar cuestiones de verdadera relevancia, es muy conveniente plantear programas de gran alcance y que cuenten con la participación de diversos países. La cooperación internacional en la Antártida estuvo presente desde que la celebración del Año Geofísico Internacional (IGY) - considerado el tercer Año Polar Internacional -, en 1957-58, incluyó el estudio de la Antártida como un objetivo preferente. Debido al gran éxito alcanzado en aquella ocasión, la continuidad del Comité Especial que había sido creado por el Consejo Internacional de Uniones Científicas (ICSU) para coordinar los esfuerzos investigadores de las doce naciones involucradas, dio lugar al establecimiento, en 1958, del que pasaría a denominarse Comité Científico para la Investigación en la Antártida (*Scientific Committee on Antarctic Research*, SCAR). Sus funciones son promover y coordinar la investigación en la Antártida, además de ser el órgano asesor del Tratado Antártico (otro legado del IGY) en asuntos científicos. Al SCAR le fue concedido el Premio Príncipe de Asturias 2002 de Cooperación Internacional, como reconocimiento a su trayectoria y su labor de promoción de la cooperación internacional y de defensa de los valores que representa la Antártida.

En la actualidad pertenecen al SCAR 36 países, 31 de los cuales ostentan la condición de miembros de pleno derecho y 5 son asociados. España pasó a ser miembro de pleno derecho del SCAR en el año 1990, tras haberse asociado a esta organización en 1987 (Fig. 2).

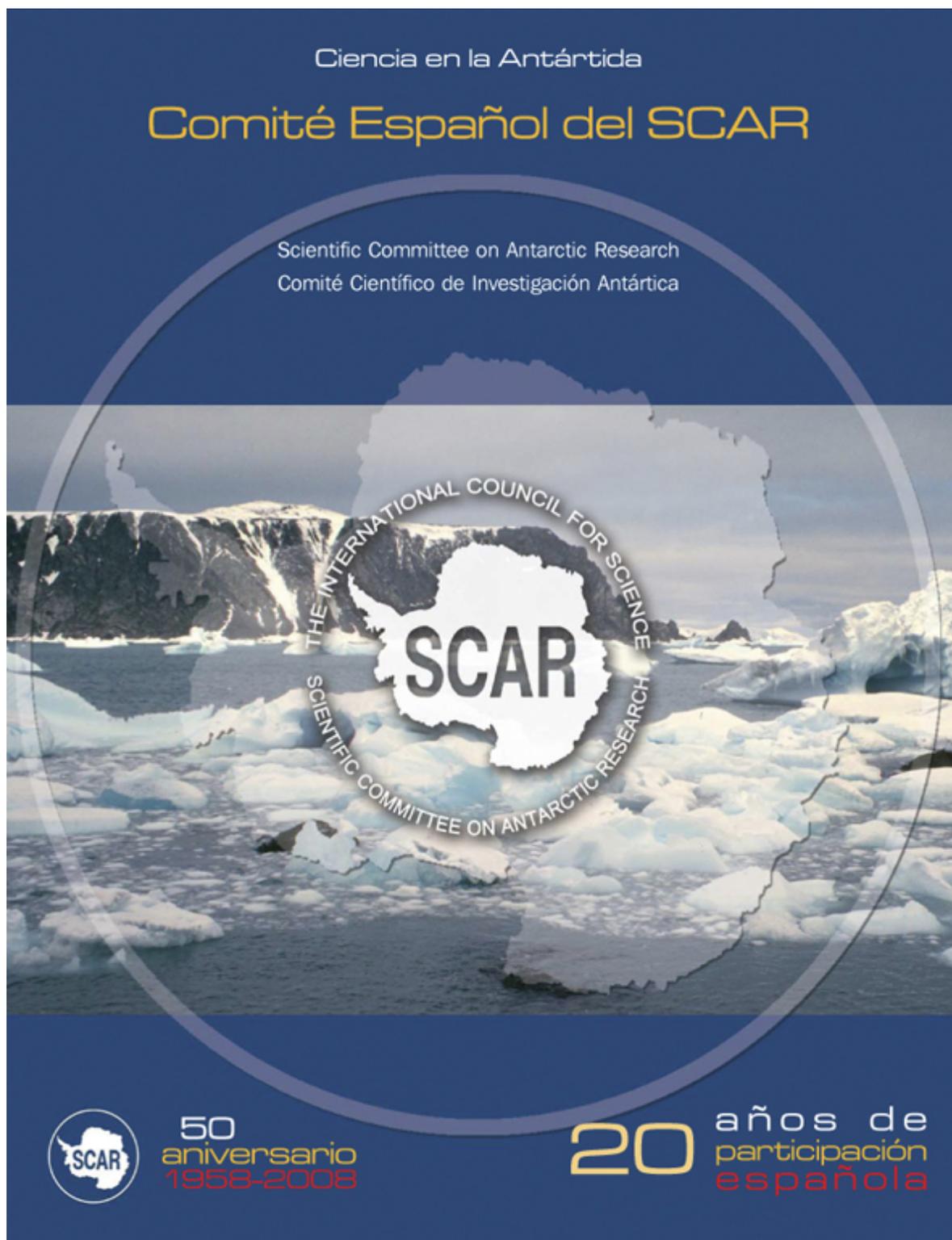


Figura 2. España se asoció al SCAR en el año 1987 y pasó a ser miembro de pleno derecho en 1990. Portada del folleto divulgativo del Comité Español del SCAR (accesible en <http://www.uam.es/otros/cn-scar/presen.htm>)

Aparte de sus asambleas bianuales, numerosas iniciativas y la celebración de congresos científicos, uno de los modos en que el SCAR promueve el intercambio de información en la comunidad científica es a través de los informes anuales de sus miembros. Los informes correspondientes a España a lo largo de los últimos 22 años han sido elaborados y distribuidos por el Comité Nacional español y pueden consultarse en su página web: www.uam.es/cn-scar. En ellos se incluye una relación de los proyectos desarrollados y previstos cada año, con sus temáticas, lugares de ejecución y datos de los investigadores responsables.

Entre otras cosas, el SCAR viene promocionando desde hace años el establecimiento de centros nacionales que faciliten la gestión y el acceso a los datos científicos generados por cada país, así como que esos centros se encuentren enlazados entre sí. En España fue el Comité Nacional del SCAR quien promovió la creación del Centro Nacional de Datos Polares (CNDP), el cual fue finalmente instaurado en 1999 por el entonces recién constituido Comité Polar Español. El CNDP (<http://hielo.igme.es/>) está desde su creación radicado en el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y se encuentra enlazado con el *Antarctic Master Directory* y con los demás centros equivalentes de otros países a través del *Standing Committee on Antarctic Data Management* del SCAR.

El SCAR ha sido, naturalmente, una de las organizaciones implicadas en la celebración del Año Polar Internacional 2007-2008 (IPY en sus siglas en inglés, www.ipy.org). Este evento, el cuarto en la historia tras los precedentes de 1887-88, 1932-33 y 1957-58, ha significado un esfuerzo extraordinario y un avance sustancial para la investigación polar (Allison et al., 2007, 2009). Sus resultados finales tardarán años en emerger, aunque algunos están ya disponibles y una amplia visión de conjunto de lo que ha significado el IPY estará accesible a través del informe que está siendo preparado por el *ICSU-WMO Joint Committee*, encargado de la organización y seguimiento del IPY.

En esta ocasión España ha participado por primera vez en un Año Polar Internacional, con sus instalaciones, medios logísticos y un total de 18 proyectos de investigación (de los cuales 14 se han desarrollado en la Antártida) que estaban integrados en proyectos internacionales pertenecientes al programa oficial constituido por 229 proyectos aprobados por el *Join Committee*. Los proyectos llevados a cabo por investigadores españoles en el IPY pueden ser consultados en <http://www.uam.es/otros/cn-scar/api.htm>

España en la investigación antártica

Un impulso trascendental para la investigación antártica española se produjo en 1988, cuando se inauguró la base Juan Carlos I y se incluyó un programa de investigación antártica dentro del Plan Nacional de I+D. Entre las temáticas en las que resulta destacable la contribución española hasta ahora están las investigaciones biológicas relacionadas con el bentos, plancton, ictiología, pingüinos, microbiología y ecofisiología de líquenes; las de carácter geológico relativas a geología marina, sedimentología, reconstrucciones paleoambientales y procesos en márgenes de placas. En tierra se han hecho interesantes estudios de tectónica, sismología, geomorfología, permafrost, hidrología y cartografía topográfica, geológica y geomorfológica. También se han efectuado trabajos de oceanografía física y química, meteorología y sobre el ozono.

Han intervenido grupos españoles radicados en una veintena larga de universidades, en media docena de centros del CSIC y pertenecientes a otra media docena de Organismos Públicos de Investigación. Muchas de las investigaciones han sido en tierra, desde las bases españolas - Juan Carlos I y Gabriel de Castilla -, desde bases extranjeras o bien trabajando desde campamentos temporales sobre el terreno. Por otra parte, la investigación marina abarca una considerable porción de lo realizado, a lo que han contribuido las modernas capacidades de investigación que ofrece el buque Hespérides.

Las publicaciones científicas españolas sobre la Antártida puede estimarse que superan los dos millares. Ha sido efectuada una recopilación y análisis de la producción bibliográfica española sobre la Antártida (López Martínez y Durán Valsero, 2002). Considerando solo los artículos relativos a la Antártida publicados en revistas incluidas en el *Science Citation Index*, en 2006 España ocupaba el decimo puesto en la lista de países con mayor productividad, siendo de autores españoles aproximadamente el 4% de las publicaciones realizadas.

La contribución científica española al conocimiento de la Antártida puede calificarse de notable, sobre todo si se tienen en cuenta la juventud del programa español, los relativamente modestos medios puestos en juego, la comparación con otros países de nuestro entorno y la escasa tradición polar de nuestro país (ver Bermúdez et al. 2011). Hoy contamos en España con una comunidad que posee una apreciable experiencia antártica, tanto en investigación como en la imprescindible logística que se requiere en ese medio. Son varios los grupos que, por su labor y sus publicaciones, han alcanzado un apreciable prestigio internacional dentro de la comunidad antártica. En los últimos años se ha hecho habitual la presencia de científicos españoles en los más importantes foros internacionales relacionados con la Antártida y, en algunos casos, investigadores españoles han ocupado posiciones relevantes en la organización de eventos internacionales. Esto ha ocurrido también en el seno del SCAR y en la celebración del Año Polar Internacional.

Retos y orientación futura de la investigación antártica

No es fácil predecir la orientación futura de las investigaciones en la Antártida, aunque pueden dar algunos indicios los temas y campos de conocimiento actualmente en curso y ya apuntados para el futuro inmediato. Es previsible que seguirá desarrollándose en el futuro el uso de las magníficas posibilidades que ofrece la Antártida como plataforma de observación, así como la búsqueda de información ligada al estudio del Sistema Terrestre en su conjunto. Se procurará mejorar los modelos predictivos y probablemente se intensificarán los planteamientos de investigaciones interdisciplinarias y que integren la información procedente de diversos campos científicos.

Entre los temas hacia los que está prioritariamente orientada la ciencia actual en la Antártida y que probablemente tendrán un desarrollo en los años venideros, se encuentran los siguientes:

- Cambio climático y calentamiento global, intentando mejorar el conocimiento sobre la variabilidad climática en la Antártida, tanto desde el punto de vista espacial como temporal.
- Estudio del funcionamiento de los ecosistemas antárticos.
- Censo de los recursos vivos y biodiversidad, con investigaciones relativas a la evolución y adaptación de los seres vivos en el ambiente antártico.
- Astronomía e investigación espacial, mejorando el conocimiento de la alta atmósfera, el espacio y el sol gracias a las ventajosas observaciones que permite la Antártida.
- Estudio de registros paleoambientales mediante perforaciones en hielo y rocas. Se buscará obtener hielo más antiguo que el actualmente extraído y conocer mejor la naturaleza e historia geológica del sustrato rocoso subglaciar.
- Casquetes glaciares y nivel del mar, con especial atención a la evolución del manto de hielo de la Antártida Occidental.
- Tratamiento de las observaciones de satélite, aprovechando los datos de los nuevos instrumentos puestos en órbita.
- Oceanografía en torno a la Antártida, para disponer de mejores observaciones que permitan comprender las interacciones entre el océano, hielo y atmósfera.
- Ambientes subglaciares e hidrología, accediendo y muestreando las aguas existentes bajo los mantos de hielo.
- Biogeoquímica, geofísica y observación remota.

Previsiblemente también se desarrollarán en el futuro la gestión y el acceso a los datos científicos. Por ello, es previsible que se busquen procedimientos para hacer cada vez más útil y eficaz la labor de los centros nacionales de datos antárticos o polares, aprovechando las grandes posibilidades que abrirán las nuevas tecnologías (Alonso y Valladares, 2006). Los efectos del esfuerzo extraordinario realizado durante el IPY y su legado se dejarán sentir en los próximos años.

La Antártida constituye un ejemplo de esfuerzo colectivo internacional en favor del conocimiento, la concordia y la protección del medio ambiente. Las actividades se desarrollan sobre unos principios, únicos en el mundo, de cooperación internacional, de intercambio de información y de toma colectiva de decisiones.

El esfuerzo y entusiasmo de muchas personas e instituciones, las inversiones económicas realizadas y las contribuciones científicas habidas suponen una buena base para mejorar en el futuro la investigación antártica que se realiza desde España. Afortunadamente nuestro país forma hoy parte de la comunidad internacional que investiga en la Antártida.

Referencias

Alonso, B., Valladares, F. 2006. Bases de datos y metadatos en ecología: compartir para investigar en cambio global. *Ecosistemas* 15(2):83-88.

Allison, I., Béland, M., Alverson, K., Bell, R., Carlson, D., Cutler, P., Dahell, K., Ellis-Evans, C., Fahrbach, E., Fanta, E., Fujii, Y., Glaser, G., Goldfarb, L., Hovelsrud, G., Huber, J., Kotlyakov, V., Krupnik, I., López-Martínez, J., Mohr, T., Odmark, H., Quin, D., Rachold, V., Rapley, C., Rogne, O., Sarukhanian, E., Summerhayes, C., Xiao, C. 2007. *The scope of science for the International Polar Year 2007-2008*. World Meteorological Organization Technical Document n°. 1364. World Meteorological Organization, Ginebra, Suiza.

Allison I., Béland, M., Alverson, K., Bell, R., Carlson, D., Cutler, P., Dahell, K., Ellis-Evans, C., Fahrbach, E., Hovelsrud, G., Huber, J., Kotlyakov, V., Krupnik, I., López-Martínez, J., Mohr, T., Odmark, H., Quin, D., Rachold, V., Rapley, C., Rogne, O., Sarukhanian, E., Summerhayes, C., Yamanouchi, T. 2009. *The state of polar research*. World Meteorological Organization, Ginebra, Suiza.

Bermúdez, O., Barragán, A., Alonso, F. 2011. La gestión de los datos polares en España: una aproximación a la contribución de las ciencias de la vida. *Ecosistemas* 20(1):94-103.

López Martínez, J., Durán Valsero, J.J. 2002. *Ciencia española en la Antártida: Análisis de la producción bibliográfica*. Instituto Geológico y Minero de España, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Madrid. España.

Turner, J., Brindschaler, R., Convey, P., di Prisco, G., Fahrbach, E., Gutt, J., Hodgson, D., Mayewski, P., Summerhayes, C. 2009. *Antarctic climate change and the environment*. Scientific Committee on Antarctic Research, Cambridge, UK.