

La investigación española en Ecología y Biología en la Antártida

J. Benayas , A. Quesada , A. Barbosa ³

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

(2) Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Campus de Cantoblanco, Universidad Autónoma de Madrid. 28049 Madrid, España

(3) Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), 28006 Madrid, España

➤ Recibido el 3 de abril de 2011, aceptado el 7 de abril de 2011.

Benayas, J., Quesada, A., Barbosa, A. (2011). La investigación española en Ecología y Biología en la Antártida. *Ecosistemas* 20 (1):1-4.

La investigación española en la Antártida ha cumplido recientemente 24 años de vida, durante los cuales se han producido diversos cambios en la propia concepción de la ciencia, pasándose de una ciencia eminentemente descriptiva e inductiva a una ciencia basada fundamentalmente en el marco hipotético-deductivo. La investigación antártica en Ecología ha ido acompañando a este cambio, aunque a un ritmo más lento debido al profundo desconocimiento que se tenía de aspectos tan básicos como qué organismos ocupan ese hábitat, su abundancia o su área de distribución. Poco a poco esas primeras incógnitas han ido desentrañándose, aunque es todavía mucho el trabajo descriptivo necesario para llegar a un conocimiento integral de estos ecosistemas. Sin embargo ya existe una base de información suficiente para comenzar a abordar estudios que permitan un conocimiento global del funcionamiento del ecosistema antártico. Es necesario pasar pues de estudios dedicados a cuestiones muy limitadas a los análisis que involucren distintas escalas y niveles ecológicos. Una de las ventajas del ecosistema antártico es su relativa simplicidad en comparación con otros ecosistemas del planeta, por lo que lograr un buen nivel de conocimiento es una tarea absolutamente abordable. En un escenario como el actual en el que se están produciendo grandes cambios ambientales en la Antártida y especialmente en la península Antártica caminar en esta dirección es una cuestión crucial para el buen desarrollo de la ciencia Antártica española y para una profunda comprensión de sus ecosistemas.

Este nivel de comprensión no se alcanzaría sin poner en conjunto la investigación antártica junto con su opuesto geográfico, el Ártico. Uno de los aspectos más importantes sobre la 'nueva' investigación Antártica es el reconocimiento de la necesidad de que estos estudios se conviertan en 'bipolares' (Qiu, 2011). Efectivamente, ambas zonas polares han sido reconocidas como netamente distintas desde el punto de vista biológico, ya que la historia ecológica de aislamiento y las condiciones ambientales son obviamente distintas. Sin embargo, el estudio de procesos similares en ambas zonas polares es complementario y permite interpretaciones globales de mucho mayor alcance. Por estas razones, y por otras de índole político o estratégico, son pocos los 'antárticos de toda la vida' que no han hecho o no están pensando en trabajar en las zonas árticas. Obviamente esta bipolaridad supone un enriquecimiento de perspectivas y en muchas ocasiones dar el salto de la ciencia descriptiva a la ciencia deductiva.

A nivel biológico la popularización de las técnicas 'omics' (proteómica, metagenómica, metabolómica, glucómica, etc) está poniendo al alcance de la mano de científicos polares enormes cantidades de información, que de hecho ya están permitiendo explicar aspectos cruciales en la biodiversidad de diferentes grupos biológicos (López-Bueno et al. 2009) o del funcionamiento de diferentes comunidades (Varin et al. 2010). El despegue de estas técnicas está condicionado a su abaratamiento y sobre todo al acercamiento de bioinformáticos a disciplinas de campo. Aspectos muy importantes hoy en día, que están marcados como prioritarios en diversos programas de investigación de organismos, fundamentalmente no marinos, y relacionados con la distribución de los (micro) organismos en los diferentes ecosistemas. Conceptos de biogeografía, abandonados durante unos años, vuelven a estar con gran fuerza de actualidad, debido a descubrimientos recientes que muestran tasas de dispersión

enormemente reducidas en algunos grupos. Estas ideas están íntimamente relacionadas con el concepto de endemismo que está en profundo debate en relación con los microorganismos. Por otra parte, los estudios de diversidad actual se tienen que apoyar en la paleodiversidad y el concepto de refugio. La Antártida ha sufrido numerosos avances y retrocesos del hielo en los últimos 30 millones de años (desde que se abrió el Canal de Drake), sin embargo la presencia de organismos que han sido descritos, mediante relojes biológicos, como exclusivamente antárticos desde hace decenas de millones de años, nos obligan a pensar en refugios vivos en momentos en que la capa de hielo cubría completamente la Antártida. Estos estudios se relacionan también con la teoría de Snowball Earth, que propone que la Tierra en varias ocasiones ha estado completamente cubierta de hielo, desde los trópicos a los polos (Vincent y Howard-Williams, 2000). Asimismo, estos principios tienen implicaciones con aspectos astrobiológicos que permiten pensar que exista vida bajo las capas de hielo de algunos satélites de nuestro Sistema Solar.

Como el profesor Jerónimo López explica en su artículo (López-Martínez, 2011), existen una serie de programas de investigación que pretenden dirigir a los científicos de los países miembros del Tratado Antártico hacia los aspectos de la investigación que se contemplan como más importantes y por tanto de interés para todos. De esta manera aunque el brazo científico del Tratado Antártico (SCAR) no financie la investigación, se promueve la coordinación y por tanto la sinergia que aparece al unir fuerzas. Entre estos programas y dentro de la sección de Ciencias de la Vida se encuentra el programa **Evolution and Biodiversity in Antarctica (EBA)**; www.eba.aq que está llegando a su fin (2013) y que ha supuesto importantes avances en la cooperación internacional para la investigación multidisciplinar en la Antártida. Dado que la estructura administrativa de la ciencia antártica tiene unos plazos prolongados para poder desarrollar nuevos programas y aceptarlos, desde el año 2010 un grupo de científicos de numerosos países están colaborando en la creación de una serie de programas de investigación que supongan el relevo del programa a extinguir EBA. Entre estos programas se encuentra **AntER (Antarctic Ecosystems Thresholds and Resilience)** y **AntEco (State of the Antarctic Ecosystems)**. AntER tiene como objetivos, entre otros, la utilización de las nuevas herramientas 'omics' para dilucidar aspectos relacionados con la adaptación, fisiología y biología de sistemas, mientras que en el segundo programa (AntEco) se establecen tres grupos de trabajo que son **Biodiversity, contemporary biogeography and colonisation, Palaeoreconstruction and evolution, y Conservation and management**. Estos grupos de trabajo incorporan a científicos de muchas nacionalidades y tienen entre sus objetivos generar unas líneas directrices para el desarrollo de programas de investigación de calidad. Es extremadamente interesante resaltar que por primera vez se incluyen en los programas de investigación de SCAR aspectos relacionados con la conservación y la gestión de la Antártida. Hasta este momento la conservación y la gestión de la Antártida en el marco del Tratado Antártico se gestionaba por los gestores de los comités polares, en muchas ocasiones con perspectivas diplomáticas o políticas, pero raramente científicas. Sin embargo, el nuevo director del **Comité de Protección Ambiental del Tratado Antártico** (Yves Frenot) advirtió a los países miembros sobre la escasez de conocimiento científico que permita una conservación y gestión adecuadas de la Antártida. Estos nuevos programas de investigación están abiertos a todos los científicos que quieran participar en su implementación y comenzarán su andadura en 2013.

Además es importante considerar que en el periodo comprendido entre 2007-2008 se celebró el Año Polar Internacional (IPY en sus siglas en inglés, www.ipy.org) con el desarrollo de 229 proyectos internacionales, España ha participado en 33 de ellos, de los cuales 19 eran financiados por España. Nueve de estos proyectos se realizaron en instalaciones antárticas españolas. Cinco se localizaban en el Ártico, 10 en la Antártida, 3 de ellos eran bipolares y 1 subpolar. La mayoría de estas investigaciones se centran en analizar aspectos físicos y geomorfológicos de procesos glaciares, evolución climática, agujero de la capa de ozono, fondos marinos, cambio climático o presencia de contaminantes orgánicos. Solo tres de estos proyectos se centran en el estudio de comunidades biológicas de pingüinos (A. Barbosa), plantas (L. Sancho), lagos (A. Quesada) y dos en comunidades marinas (C. Duarte y E. Isla)

En este monográfico hemos querido invitar a los investigadores que han liderado alguno de estos proyectos biológicos para que pudieran difundir los resultados de sus investigaciones. También se ha invitado a participar a otros equipos que en la actualidad tienen proyectos activos en este campo. Por este motivo los artículos que os invitamos a leer son una representación bastante completa de la contribución que España está realizando en los últimos años a la investigación antártica.

El primer artículo de Jerónimo López (López-Martínez, 2011), presidente del SCAR España y con una amplia trayectoria en investigación antártica, se centra en destacar la función que desempeña el *Scientific Committee on Antarctic Research* (SCAR) en promover la cooperación internacional para la investigación antártica y el papel desempeñado por España en este organismo. También identifica las tendencias futuras y prioridades de investigación para los próximos años.

Los artículos de Velázquez y Quesada (2011) y el de Rochera et al. (2011) nos introducen al mundo de los ambientes acuáticos no marinos o semiacuáticos en las zonas polares. Las zonas polares suelen sufrir un deshielo puntual pero intenso en los periodos estivales, y es en este deshielo cuando aparecen o se activan los ecosistemas acuáticos no marinos, lagos, lagunas, ríos y arroyos que son muy comunes. Rochera y colaboradores nos explican en su artículo el funcionamiento tan peculiar que tienen los lagos antárticos, ejemplificado en el Lago Limnopolar de la Península Byers (Isla Livingston). En estos ecosistemas, en los que el animal más grande es un anostráceo de pocos milímetros de longitud, las relaciones ecológicas

son cruciales, y al mismo tiempo, relativamente sencillas, lo que permite describir de manera efectiva el ecosistema. Por su parte D. Velázquez y A. Quesada dedican su artículo a las cianobacterias que son consideradas comúnmente como los organismos no marinos más importantes en cuanto a biomasa y distribución de toda la Antártida. Curiosamente las cianobacterias son organismos no especialmente adaptados al frío, sin embargo su plasticidad biológica y su capacidad de soportar las condiciones más duras las hace ser el grupo biológico dominante en los ecosistemas no marinos

Los artículos de Sancho y Pintado (2011); Pedraza (2011); Barbosa (2011), y de Ballesteros et al. (2011), nos introducen en cuatro tipos de organismos que nos llevan a lo largo de un gradiente desde los ecosistemas terrestres en el caso de la flora antártica a los organismos marinos como son los invertebrados bentónicos, pasando por organismos que viven a caballo entre la tierra y el mar como es el caso de los pingüinos y las focas. En cada uno de ellos se desgranar diversos aspectos de su biología y de cómo el cambio climático les puede estar afectando, objetivo principal de una buena parte de las investigaciones que actualmente se llevan a cabo.

Un lugar inhóspito como la Antártida exige la vida al límite de los organismos, aquí el artículo de Leopoldo Sancho y Ana Pintado nos presenta la diversidad de la biología y distribución de la flora antártica como bioindicadores ante el cambio climático. Los organismos bentónicos antárticos y sus interrelaciones son objeto de estudio del grupo de Conxita Avila tal como nos presenta el artículo de Manuel Ballesteros y col., sobre la producción de diversas sustancias de defensa química de interés ecológico y farmacológico. Por su parte, Andrés Barbosa está estudiando los efectos del incremento de las temperaturas en la península antártica en el estado fisiológico de tres especies de pingüinos a través de las relaciones que se establecen entre parásitos y hospedadores y como éstos responden con su sistema inmunológico. Así mismo se estudian como otros factores como la presencia de contaminantes, o la disponibilidad de krill a través de la ingestión de carotenos puede influir en la respuesta inmunitaria.

Aunque la Antártida es una de las zonas de nuestro planeta menos alteradas, la histórica presencia del hombre en las expediciones polares y las más recientes rutas turísticas y actividades científicas en las bases están dejando su huella en los ecosistemas antárticos. El artículo de de P. Tejedo, L. Pertierra, J. Benayas y M. Boada, (Tejedo et al., 2011), realiza una revisión de los principales impactos que la presencia humana está causando en este continente, citando las principales investigaciones que se han realizado en cada uno de ellos. También se incluyen una serie de recomendaciones dirigidas a minimizar y controlar estos impactos, en lo que es hoy por hoy una disciplina emergente dentro de la protección de los ecosistemas antárticos. Finalmente, el trabajo del grupo de Susana Pedraza, con mamíferos marinos pretende contribuir al conocimiento del estado sanitario de la fauna autóctona de fócidos y otáridos ante la continuada presencia humana en el continente blanco que puede provocar introducción de enfermedades y alterar las poblaciones locales.

Oscar Bermúdez, Antonio Barragán y Fernando Alonso del Instituto Geológico y Minero de España, describen en su artículo (Bermúdez et al., 2011), el papel que desempeña, así como el funcionamiento del Centro Nacional de Datos Polares. También realizan una aproximación a la aportación que los investigadores de las Ciencias de la Vida están llevando a cabo en los sistemas de información basados en metadatos y evalúan su contribución en el ámbito de la Ecología a través de las publicaciones incluidas en el ISI Thomson. Concretamente señalan que el 12% de la producción científica total de la Antártida se centra en trabajos sobre Ecología y de los cerca de 2.000 artículos publicados en el 2010 más de un 8% son realizados con la implicación de investigadores españoles.

Referencias

Ballesteros, M., Núñez-Pons, L., Vázquez, J., Cristobo, F.J., Taboada, S., Figuerola, B., Avila. C. 2011. Ecología química en el bentos antártico. *Ecosistemas* 20(1):54-68.

Barbosa, A. 2011. Efectos del cambio climático sobre pingüinos antárticos. *Ecosistemas* 20(1):33-41.

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-Bueno, A., Tamames, J., Velázquez, D., Moya, A., Quesada, A., Alcamí, A. 2009. High diversity of the viral community from an Antarctic Lake. *Science* 326:858-861.

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.

Pedraza Díaz, S. (2011). Impacto de las actividades humanas en el estado sanitario de fócidos y otarios en la península Antártica. *Ecosistemas* 20(1):87-93.

Rochera, C., Villaescusa, J.A., Díazmáiz, M.E., Gil-Delgado, J.A., Toro, M., Rico, E., Velázquez, D., Quesada, A., Camacho, A. 2011. Interacciones bióticas en lagos Antárticos. Investigaciones derivadas del proyecto LIMNOPOLAR en la Península Byers (Antártida marítima). *Ecosistemas* 20(1):23-32.

Sancho, L.G., Pintado, A. 2011. Ecología vegetal en la Antártida. *Ecosistemas* 20(1):42-53.

Tejedo, P., Pertierra, L., Boada, M., Benayas, J. (2011). Equilibrios sobre el hielo: una breve (pero completa) revisión del conocimiento sobre el impacto humano en la Antártida. *Ecosistemas* 20(1):69-86.

Varin, T., Lovejoy, C., Jungblut, A.D., Vincent, W.F., Corbeil, J. 2010. Metagenomic profiling of Arctic microbial mat communities as nutrient scavenging and recycling systems. *Limnology and Oceanography* 55:1901-1911.

Velázquez, D., Quesada, A. 2011. Las cianobacterias en ambientes polares. *Ecosistemas* 20(1):14-22.

Vincent, W.F., Howard-Williams, C. 2000. Life on snowball Earth. *Science* 287:2421-2421.

Qiu, J. 2011. US Science academy report calls for bipolar research. *Nature* 469:145.