

La gestión de los datos polares en España: una aproximación a la contribución de las ciencias de la vida

O. Bermudez ¹, A. Barragán ¹, F. Alonso ²

(1) Centro Nacional de Datos Polares, Instituto Geológico y Minero de España, Ríos Rosas 23, 28003, Madrid, España

(2) INMAR 81, Análisis de Redes. c/ Michoacán nº 4. Torreldones, 28250, Madrid, España

➤ Recibido el 16 de noviembre de 2010, aceptado el 18 de enero de 2011.

Bermudez, 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.

Desde el año 2004 España cuenta con una política de datos polares y a través del protocolo de remisión, almacenamiento y difusión de los datos antárticos implementado en el Centro Nacional de Datos Polares, éste actúa como herramienta para dar cumplimiento al artículo III.c del Tratado Antártico que exige el intercambio de información entre los países firmantes. En este trabajo se describen los procesos operativos, de apoyo y de gestión que articulan el procedimiento de envío de la información por parte de los investigadores de la comunidad antártica y se realiza una aproximación a la contribución de los investigadores relacionados con las ciencias de la vida desde dos puntos de vista. El primero obedece a la contribución de las ciencias de la vida en los sistemas de información basados en metadatos, analizando la contribución a aquellos alojados en el Global Change Master Directory gestionado por la NASA. Y el segundo, obedece a la contribución de la comunidad científica española en el ámbito de la ecología a través de la publicación de sus artículos científicos publicados en revistas incluidas en el ISI Thomson.

Palabras clave: Análisis de redes sociales, Antártida, bibliometría, cooperación internacional, gestión de datos, política de datos.

Bermudez, O., Barragán, A., Alonso, F. (2011). Polar data management in Spain: an approach to the contribution of life sciences. *Ecosistemas* 20(1):94-103.

Polar data management in Spain: an approach to the contribution of life sciences. Since 2004 Spain has a polar data policy, and through the protocol of sending, storage and diffusion of the Antarctic data implemented by the National Polar Data Centre, this organism acts for execute the article III.c of Antarctic Treaty which demands the information interchange between the signer countries. This article describes the operative process of support and management that frame the procedure of sending information by the Antarctic scientific community and makes an approximation to the contribution made by investigators from the life science by two different points of view. The first point of view corresponds to the contribution of life sciences to the information systems based on metadata, by means of analyze the contribution of those within the Global Master Directory of NASA. And the second point of view responds to the contribution of Spanish scientific community in the ecology through the issued articles in ISI Thomson index papers.

Key words: Social network analysis, Antarctic, bibliometric, international cooperation, data management, data policy.

Introducción

Muchos son los beneficios que revierte la aplicación de sistemas de búsqueda de información basados en los registros de metadatos. Los metadatos actúan como descriptores de quiénes, qué, cuándo y cómo, obtuvieron un conjunto de datos determinado. En el ámbito Antártico, desde los años 90 se ha trabajado para facilitar el libre acceso a la información derivada de las actividades de investigación que en este continente se vienen desarrollando. Por este motivo, cada nación estableció un centro de datos de referencia en cualquier búsqueda de información sobre esta región. En España el Centro Nacional de Datos Polares desarrolla junto a otros países firmantes del Tratado Antártico actuaciones conjuntas con el único objetivo de compartir la información que tanto ha costado adquirir.

Parece evidente que el acceso público a determinadas informaciones puede, en ocasiones, comprometer ciertos derechos adquiridos en la concesión de los proyectos de investigación, pero toda la información científica adquirida como consecuencia del desarrollo de los proyectos de investigación polares en España se envían al Centro de Datos Polares, a través de la implantación de un protocolo que describe los procedimientos a seguir y asegura el amparo de los derechos.

Son muchos los trabajos que relacionan la producción científica tanto como producto final del desarrollo de un proyecto de investigación, como un mecanismo de transmisión del conocimiento, y como medio para evaluar la actividad científica (López Yepes, 2003; González-Sagrado et al., 2008; Grupo Scimago, 2006; de Vito, 2006). De ellos se deriva que el análisis de la investigación en base a su producción da resultados coherentes.

Por este motivo, este ensayo contiene la descripción bibliométrica de la producción científica antártica española publicada en revistas del ISI Thomson y referentes al área de la ecología. Resulta interesante conocer las formulas de asociación con organismos de otros países y los patrones de publicación de esta comunidad científica contextualizada en el conjunto de la producción científica antártica.

La política de datos polares en España

Uno de los objetivos de este trabajo es exponer y difundir los procedimientos establecidos en el protocolo de remisión, almacenamiento y difusión de los datos antárticos (PRADDA, <http://hielo.igme.es>) en España y trasladar a la comunidad científica la importancia de estos procedimientos relacionados con: (i) el acceso a la información científica y su difusión, entendiendo por "información científica" tanto los datos de la investigación como las publicaciones, producto final y principal mecanismo de transmisión del conocimiento científico; y (ii) las estrategias de preservación de la información científica a nivel internacional, y la implementación de las mismas.

La peculiaridad de los polos hace singular la información derivada de las actividades científicas que en estas regiones se desarrollan. Los datos que son parte del proceso general de creación de conocimiento científico de quien los toma son utilizados en campos científicos multidisciplinares.

En 1959 se establece el Tratado Antártico, que garantiza la libertad de investigación y promueve el intercambio de la información entre los distintos países, recogiendo de forma explícita con la inclusión en 1985 de la Recomendación XIII-5 al *Scientific Committee on Antarctic Research* (SCAR), el establecimiento de mecanismos de fácil accesibilidad a la información científica, con el fin último de proteger el medio ambiente Antártico.

Desde la creación en 1989 del Comité especial para la Coordinación de los Datos Antárticos (Committee in the Coordination of the Antarctic Data-CCAD) estas funciones de coordinación internacional de la gestión de la información en el ámbito de la comunidad científica han sido objeto de diferentes mejoras.

En la actualidad, existe un sistema de directorio de datos antárticos (Antarctic Data Directory System, ADDS) donde están incluidos a nivel nacional los Centros de Datos Antárticos (CNDAs) y conectados a través del *Antarctic Master Directory* (AMD), utilizando el *International Directory Network* (IDN).

Para la coordinación de los CNDPs existe un comité permanente del SCAR, el *Standing Committee on Antarctic Data Management* (SC-ADM) que facilita la cooperación entre los científicos y las naciones con respecto a la información científica, asesorando sobre el desarrollo del ADDS y recientemente, ha desempeñado un papel importante en el sistema de datos polares del Año Polar Internacional (IPYDIS)

El CNDP español depende del Comité Polar Español (CPE), radica en el Instituto Geológico y Minero de España, y está fuertemente relacionado con quienes son sus usuarios potenciales, la comunidad científica y el Comité Nacional del SCAR (CN-SCAR). A petición del CPE, el CNDP diseñó un protocolo de remisión, almacenamiento y difusión de los datos antárticos (PRADDA) que diera contenido a una política de datos polares española. Las convocatorias del Programa Nacional de I+D+i, en el marco del Subprograma Nacional de Investigación Polar, incluyen desde el año 2005, un epígrafe donde se plasma el concepto de "depósito legal", es decir, la obligación de que los productores de información científica deben enviar al CNDP copia de la información generada en sus proyectos de investigación, aspecto básico para la preservación de la información científica digital.

El PRADDA recoge los aspectos más importantes para dar cumplimiento al requerimiento administrativo de depósito de la información científica, o depósito legal, aspectos que son descritos en los distintos procedimientos diseñados.

Los procesos fundamentales (**Fig. 1**) son : (i) Generación del preMetadato, (ii) La generación del registro de metadato definitivo, (iii) el envío de los datos, (iv) enlace del dato al registro de metadato, (v) Periodo de carencia, y (vi) Transformación de dato RESTRINGIDO a dato NO RESTRINGIDO.

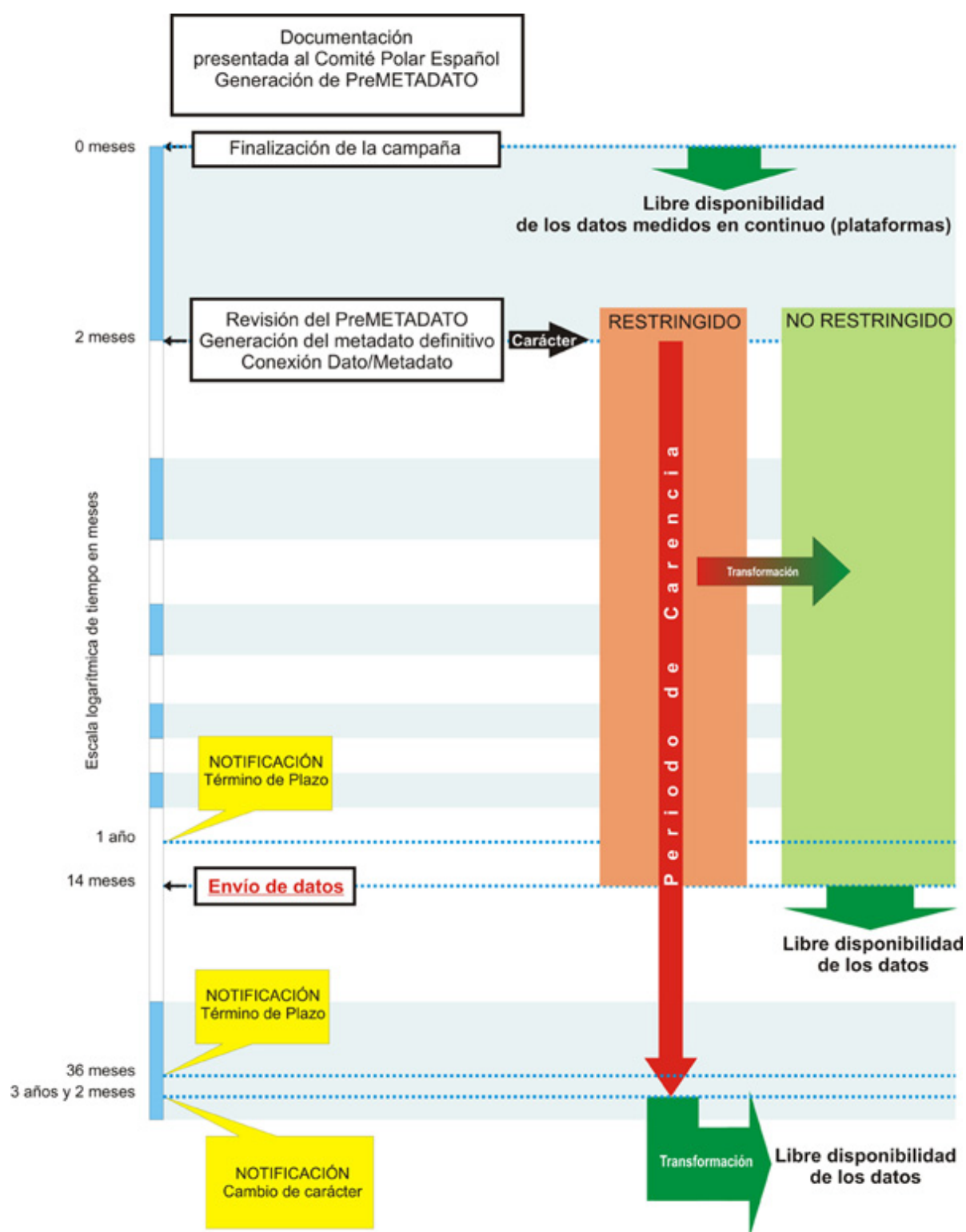


Figura 1. Mapa de procesos del protocolo PRADDA.

En el PRADDA se recoge un mapa de procesos en el que queda reflejada la aplicación temporal de cada uno de ellos, comenzando desde la fecha de finalización de campaña. Esta fecha fluctúa según los años ya que la Secretaría Técnica del CPE entiende como fecha de finalización de campaña (fecha cero) cuando el/los buque/s vuelven a puerto español.

Todos los proyectos deben generar un registro de preMetadato que describa los datos que pretende adquirir en función de los objetivos y tipología definida. Desde la fecha cero (**Fig. 1**), ya existen datos de libre disponibilidad, que son aquellos datos medidos en continuo por las plataformas de investigación españolas. En el plazo de dos meses, los investigadores responsables de los proyectos de investigación deben revisar sus registros de preMetadatos y cumplimentarlos de acuerdo a la información científica adquirida en la campaña y definir el carácter del tipo de dato, es decir, si es de carácter restringido o de carácter no restringido.

El envío de los datos brutos comienza a los tres meses de la fecha cero y con un plazo de cinco meses. Los datos de carácter restringido tendrán un periodo de carencia máximo de cuatro años y dos meses, tomados desde la fecha cero, momento en el que cambiarán de carácter restringido a no restringido.

El progreso tecnológico contribuye enormemente a la accesibilidad y al uso de la información científica, siendo preciso abordar con detalle las cuestiones relacionadas con la interoperabilidad. Esto incluye examinar la consistencia entre los metadatos y los datos. Los datos enviados al CNDP son típicamente los resultados finales de proyectos, en ocasiones plasmados en publicaciones científicas, y las reglas de la buena práctica científica requieren que esta información deba estar disponible y accesible para permitir no sólo la reutilización o el reprocesado de los datos con nuevas técnicas, sino tal vez futuras verificaciones de los resultados.

Contribución de las ciencias de la vida al conocimiento científico en el ámbito de la investigación antártica

Sistemas de información basados en metadatos

Los registros de metadatos contienen un resumen conciso de las personas, tareas, datos e investigaciones realizadas en las diferentes disciplinas con información válida y suficiente para su difusión internacional, y lo que es más importante, su intercambio (Bonet y San Gil, 2010). Para ello, se hace necesaria la presencia de un centro distribuidor de metadatos, con características implícitas tomadas desde dos puntos de vista: (i) desde un punto de vista institucional: que cuente con recursos humanos capaces de facilitar el encontrar quiénes tienen cuál información, y (ii) desde un punto de vista técnico, con el diseño, desarrollo e implementación de una infraestructura de datos que proporcione la búsqueda de la información accesible.

Este centro distribuidor de metadatos polares es en España el CNDP. Entre sus cometidos esta la administración de los registros de metadatos generados por las investigaciones españolas del ámbito polar y el almacenamiento, gestión y difusión de los fondos documentales del Archivo Polar Español (APE)

En el planteamiento de la infraestructura de datos resulta primordial el diseño de una estructura de datos común a todos los ámbitos de la investigación polar, definida por unas normas o estándares, en algunos casos, y en otros por diseños o protocolos desarrollados por las partes implicadas.

Podemos distinguir tres ámbitos de estudio enfocados a los registros de metadatos: (i) la forma de ejecución -dentro de una base de datos o un sistema de "software"-, (ii) el formato de exportación o codificación -una forma legible por máquinas, diseñada para transferencia de metadatos entre ordenadores- y (iii) la forma de presentación -un formato conveniente para ser visto por el usuario-.

En los tres ámbitos el CNDP ha desarrollado soluciones prácticas para el intercambio de información: (i) trabajo con tecnologías compatibles, (ii) diseño de una estructura común -estándar-, y (iii) plantillas de visualización de datos compatibles.

El formato de exportación para el intercambio de información surge del formato DIF (*Directory Interchange Format*) dada la necesidad del CNDP de generar los registros de metadatos en este formato para su validación y carga en el AMD. Por otra parte, el formato DIF es el más flexible tanto en el tipo de sus campos (obligatorios, recomendados y opcionales) como en la funcionalidad de acuerdo con el tipo de datos que se pretenden describir (NASA, 2010).

En el ámbito de la ecología existe un estándar, el *Ecological Metadata Language* (EML) creado por ecólogos y para ecólogos (Alonso y Valladares, 2006), estándar adoptado por la red americana *US Long Term Ecological Research Network* y compatible tanto con el formato DIF del ámbito Antártico como con otros formatos como el *Dublin Core Metadata* (DC), el *Federal Geographic Data Committee* (FGDC) y el *International Standards Organization's Geographic Information Standard* ISO 19115.

La implicación por parte de todos los agentes relacionados con la actividad investigadora es la piedra angular en los sistemas basados en datos y metadatos como el Antártico, y garantizan el incremento del valor de los datos en un periodo de tiempo menor que en los sistemas no basados en metadatos (Alonso y Valladares, 2006).

El portal *Global Change Master Directory* (<http://gcmd.nasa.gov>) es un repositorio que contiene más de 40.000 registros de metadatos científicos clasificados en un primer nivel por 15 términos extraídos de un vocabulario controlado (**Tabla 1**). El 23% de estos registros están claramente asociados a las ciencias de la vida, Biosfera (14%) y Clasificación Biológica (9%).

A	B	C	D	E
<i>Agriculture</i>	1757	136	3	8
<i>Atmosphere</i>	6303	1380	15	22
<i>Biological Classification</i>	3831	2090	175	55
<i>Biosphere</i>	5906	1755	249	30
<i>Climate Indicators</i>	314	159		51
<i>Cryosphere</i>	2242	1363	21	61
<i>Human Dimensions</i>	3417	587	11	17
<i>Hydrosphere</i>	2			0
<i>Land Surface</i>	4290	916	27	21
<i>Oceans</i>	5359	2165	38	40
<i>Paleoclimate</i>	1329	1156	12	87
<i>Solid Earth</i>	2487	1190	8	48
<i>Spectral Engineering</i>	2164	379		18
<i>Sun-Earth Interactions</i>	298	137		46
<i>Terrestrial Hydrosphere</i>	3106	561	19	18
Total	42805	13974	578	33

Tabla 1. Distribución de los registros de metadatos en función de los Topic utilizados por el Global Change Master Directory (GCMD), el Antarctic Master Directory (AMD), y el proyecto del SCAR Evolution and Biodiversity in the Antarctic: The Response of Life to Change (EBA). **A:** Tópico utilizado por el GCMD, **B:** N° de metadatos GCMD, **C:** N° de metadatos del AMD, **D:** N° de metadatos del EBA, **E:** Contribución del AMD al GCMD en %.

El GCMD está formado por numerosos portales diseñados en función de distintos campos de investigación. Uno de ellos es el *Antarctic Master Directory*, es donde se encuentran alojados los registros de metadatos propios de la investigación Antártica. De los algo más de 10.000 registros del GCMD íntimamente relacionados con la biología, el 22% son derivados de la investigación Antártica (**Tabla 1**).

A este primer nivel de clasificación del GCMD y centrándonos en el término Biosfera (**Tabla 2**) observamos que más de la mitad de los registros están clasificados dentro de los ecosistemas acuáticos y la dinámica ecológica. Es esta última variable, dinámica ecológica junto con los ecosistemas acuáticos donde la investigación antártica aporta mayor número de registros de metadatos, con una representación con respecto al GCMD del 77% y el 33% respectivamente. Es decir, 3 de cada 4 registros de metadatos alojados en el GCMD e incluidos en la variable de ecología dinámica es aportado por el AMD.

A	B	C	D	E
<i>Aquatic ecosystems</i>	2713	889	188	33
<i>Ecological dynamics</i>	2631	2016	122	77
<i>Terrestrial ecosystems</i>	1621	154	11	10
<i>Vegetation</i>	2050	307	23	15
Total	9015	3366	344	37

Tabla 2. Registros de metadatos en el Topic Biosfera. **A:** Término utilizado por el GCMD, **B:** N° de metadatos GCMD, **C:** N° de metadatos del AMD, **D:** N° de metadatos del EBA, **E:** Contribución del AMD al GCMD en %.

En la **Tabla 3** se describe la representatividad en sucesivos niveles de clasificación de los registros de metadatos del AMD (Grebis, 2010) resaltando la importancia en aspectos como la dinámica ecológica y más concretamente las interacciones entre especies y las funciones del ecosistema, así como los registros asociados a plancton para ecosistemas acuáticos.

A	B	C
<i>Aquatic Ecosystems</i>		
	<i>Benthic habitat</i>	20
	<i>Pelagic habitat</i>	13
	<i>Coastal habitat</i>	13
	Plankton	51
	<i>Demersal habitat</i>	1
	<i>reef habitat</i>	2
	<i>Estuarine habitat</i>	1
	<i>Rivers/stream habitat</i>	3
	<i>Lakes</i>	8
	<i>Marine habitat</i>	32
	<i>Wetlands</i>	2
<i>Ecological Dynamics</i>		
	<i>Community dynamics</i>	18
	<i>Ecosystem functions</i>	20
	<i>Ecotoxicology</i>	3
	<i>Fire ecology</i>	1
	Species/population interactions	26
<i>Terrestrial Ecosystems</i>		
	<i>Agricultural lands</i>	1
	Islands	47
	<i>Alpine/tundra</i>	19
	<i>Karst landscape</i>	1
	<i>Beaches</i>	1
	<i>Montane habitats</i>	1
	<i>Deserts</i>	10
	<i>Savannas</i>	2
	<i>Dunes</i>	1
	<i>Shrubland/scrub</i>	3
	<i>Forests</i>	3
	<i>Urban lands</i>	1
	<i>Grasslands</i>	4
	<i>Wetlands</i>	24
<i>Vegetation</i>		
	<i>Biomass</i>	8
	<i>Nitrogen</i>	3
	<i>Carbon</i>	3
	<i>Nutrients</i>	4
	<i>Chlorophyll</i>	9
	<i>Photosynthetically active radiation</i>	9
	<i>Crown</i>	0
	<i>Pigments</i>	3
	<i>Deciduous vegetation</i>	1
	<i>Plant characteristics</i>	5
	<i>Dominant species</i>	6
	<i>Plant phenology</i>	1
	<i>Evergreen vegetation</i>	0
	<i>Pollen</i>	3
	<i>Exotic vegetation</i>	4
	<i>Reclamation/revegetation/restoration</i>	3
	<i>Forest composition/vegetation structure</i>	3
	<i>Reforestation</i>	0
	<i>Herbivory</i>	2
	<i>Tree rings</i>	21
	<i>Indigenous vegetation</i>	9
	<i>Vegetation cover</i>	24
	<i>Leaf characteristics</i>	2
	<i>Vegetation index</i>	17
	<i>Litter characteristics</i>	0
	Vegetation species	29
	<i>Macrophytes</i>	0

Tabla 3. Distribución de metadatos en porcentaje de los Términos de Biosfera según variables más detalladas. En negrita se representan los valores máximos. **A:** Término del GCMD, **B:** variable de primer nivel del GCMD, **C:** Representatividad sobre el Término (en %).

Estos valores descritos para el AMD son similares a los reflejados en el CNDP (**Tabla 4**). Uno de cada tres registros de metadatos del CNDP está asociado a las ciencias de la vida.

A	B
<i>Agriculture</i>	2
<i>Atmosphere</i>	12
Biological classification	15
Biosphere	18
<i>Cryosphere</i>	6
<i>Human dimensions</i>	1
<i>Land surface</i>	6
<i>Oceans</i>	21
<i>Paleoclimate</i>	3
<i>Solid earth</i>	9
<i>Spectral/engineering</i>	3
<i>Sun-earth interactions</i>	1
<i>Terrestrial hydrosphere</i>	3

Tabla 4. Distribución de los registros de metadatos en función de los Tópicos utilizados por el GCMD, en el Centro Nacional de Datos Polares. En negrita se representan los valores máximos. **A:** Tópico utilizado por el GCMD, **B:** Porcentaje de metadatos.

Contribución al conocimiento científico a través de la bibliometría

La bibliometría se mueve tras la idea de la posibilidad de representar el conocimiento humano a través de la cuantificación de los documentos en que éste se expresa (Ferreiro y Jiménez Contreras, 1986).

La producción científica sobre ecología en la Antártida incluida en la Web of Science de ISI Thomson consta de 3.748 artículos científicos, es decir, un 12% de la producción científica total sobre la Antártida (**Tabla 5**).

A	B	C	D	E
2010	1993	218	16	8,26
2009	1928	216	16	6,98
2008	1986	234	15	6,41
2007	1748	220	10	4,55
2006	1717	230	16	6,96
2005	1595	207	14	6,76
2004	1627	160	16	10,00
2003	1513	166	12	7,23
2002	1427	184	10	5,43
2001	1369	171	15	8,77
2000	1297	156	12	7,69
1999	1250	161	13	8,07
1998	1211	159	10	6,29
1997	1082	160	12	7,50
1996	969	117	9	7,69
1995	928	100	5	5,00
1994	852	98	4	4,08
1993	850	112	3	2,68
1992	765	101		
1991	716	78		
1990	388	66	2	3,03
Subtotal	27211	3356	214	6,38
pre 1990	4849	392	1	0,26
Total	32060	3748	215	5,74

Tabla 5. Distribución de la producción científica sobre la Antártida en el área de la ecología en revistas integradas en el ISI Thomson. **A:** Año de publicación, **B:** Nº de artículos publicados sobre la Antártida, **C:** Nº de artículos publicados en el área de ecología, **D:** Nº de artículos publicados en el área de ecología sobre la Antártida con colaboración española, **E:** Representación de la colaboración española en artículos publicados en el área de ecología sobre la Antártida.

Para el análisis de la producción científica se ha utilizado el segmento de artículos en los que al menos firma un organismo de origen español. De manera que nuestra muestra son 214 artículos científicos publicados en 31 revistas, artículos que han sido firmados por 163 organismos, 46 de ellos de origen español, que colaboran en un 22 % con organismos de Alemania, Francia y Holanda de entre 28 países de origen.

El organismo que más artículos firma es el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) con 83 artículos firmados y se sitúa en el sexto lugar de los organismos nacionales e internacionales de la producción científica sobre ecología en la Antártida (**Tabla 6**)

A	B	C
1	British Antarctic Survey	429
2	Alfred Wegener Inst Polar	246
3	Australian Antarctic Division	170
4	Universidad de Tasmania	149
5	CNRS	100
6	CSIC	83
7	Universidad de Kiel	73
8	Universidad de Buenos Aires	66
9	NERC	65
10	Universidad de Pretoria	64

Tabla 6. Ranking de organismos firmantes de la producción científica sobre ecología en la Antártida. **A:** Número ranking, **B:** Nombre del organismo, **C:** Número de artículos firmados.

El 56% de los artículos científicos han sido publicados en la revista *Polar Biology* (**Tabla 7**), que es la revista con mayor número de artículos publicados por todos los ámbitos científicos en los años 2008 y 2009 (Bermúdez y Alonso, comunicación personal). *Polar Biology*, tiene un factor de impacto de 1,515 y un índice de inmediatez de 0,22 (Thomson, 2008). Es decir, la frecuencia con la que es citado el artículo promedio en la revista es superior al 1,5 y la frecuencia con la que son citados estos artículos en el mismo año de su publicación es de 0,22.

A	B
<i>Polar Biology</i>	122
<i>Marine Ecology-Progress Series</i>	19
<i>Journal of Natural History</i>	14
<i>Aquatic Microbial Ecology</i>	10
<i>Oecologia</i>	7

Tabla 7. Relación de las cinco revistas donde más artículos científicos, firmados al menos por un organismo científico español y relacionados con la investigación Antártica, se han publicado. **A:** Nombre de la revista, **B:** Nº de artículos científicos publicados.

En cuanto a la colaboración institucional entre los organismos de los distintos países cabe destacar que los organismos españoles firman sus trabajos científicos sobre ecología con todos los países incluidos en el núcleo del mapa de la cooperación internacional (**Fig. 2**) de la producción científica Antártica para el periodo 2008-2009 (Bermúdez y Alonso, comunicación personal) a excepción de Japón y Sudáfrica.

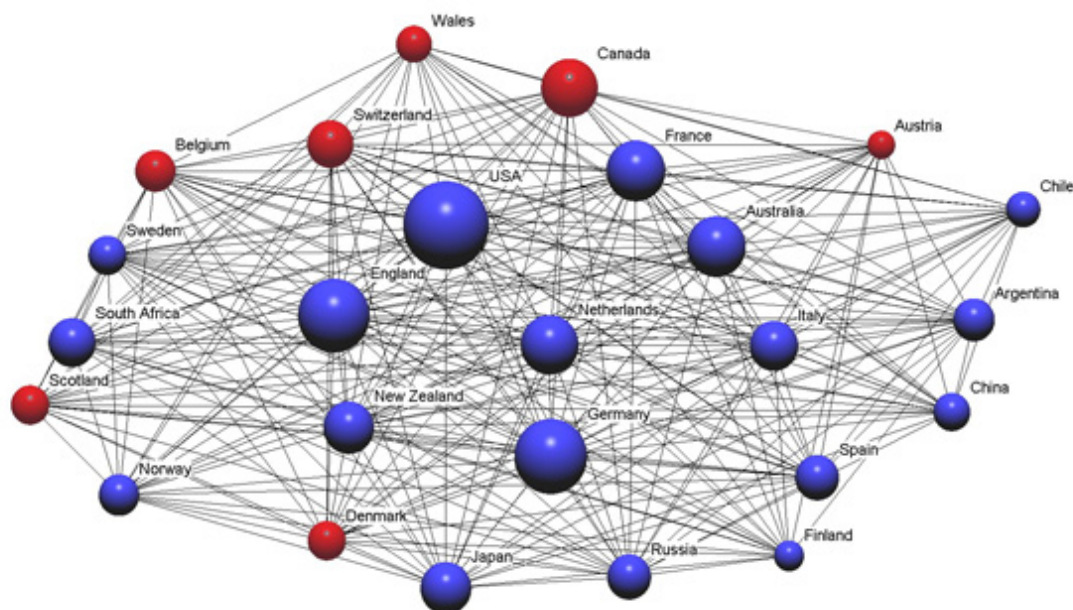


Figura 2. Mapa del núcleo de la red social de cooperación internacional en términos de coautoría para la producción científica sobre la Antártida para los años 2008 y 2009. Los tamaños de los nodos indican el grado de colaboración, en azul se muestran los países miembros consultivos del Tratado Antártico y en rojo aquellos que no lo son. (Bermúdez y Alonso, comunicación personal).

Referencias

- Alonso, B., Valladares, F. 2006. Bases de datos y metadatos en ecología: compartir para investigar en cambio global. *Ecosistemas* 15(2):83-88.
- Bonet, F.J., San Gil, I. 2010. Gestión de la información ambiental en los espacios protegidos y en las redes de seguimiento del cambio global. *Ecosistemas* 19(2):84-96.
- Centro Nacional de Datos Polares, Instituto Geológico y Minero de España. 2004. *Protocolo de remisión, almacenamiento y difusión de los datos antárticos*. Disponible en: <http://hielo.igme.es>
- De Vito, E.L. 2006. Algunas consideraciones en torno al uso del Factor de impacto y la bibliometría como herramienta de evaluación científica. *Revista Argentina de Medicina Respiratoria* 1:37-45.
- Ferreiro, L., Jiménez Contreras, E. 1986. Procedimientos de evaluación de las publicaciones periódicas: estudio crítico de su empleo en las revistas científicas españolas. *Revista Española Documentación Científica* 9(1):9-44.
- Grebas, S. 2010. *Antarctic Master Directory (AMD) Report 2009-2010*. Standing Committee on Antarctic Data Management (SCADM-2) Meeting, Buenos Aires, Argentina, 31 July - 1 August.
http://www.scadm.scar.org/0files/scadm2_arg2010/08_sgrebass2010.pdf
- González-Sagrado, M., de Luis Román, D.A., Conde-Vicente, R., Ozaola, O., Aller, R., Pérez-Castrillón, J.L. 2008. Evaluación de dos métodos de corrección del Factor de Impacto utilizando la investigación del HU "Del Río Hortega" (1999-2004) como fuente de datos. *Nutrición Hospitalaria* 23:111-118.
- Grupo Scimago. 2006. El índice h de Hirsch: aportaciones a un debate. *El profesional de la información* 15(4):304-306.
- López Yepes, J. 2003. Propuesta de método para evaluar trabajos científicos mediante el análisis cualitativo de citas. *El profesional de la información* 12(6):46-51.
- National Aeronautics and Space Administration. Directory Interchange Format (DIF) *Writer's Guide*, 2010. Disponible en: <http://qcmd.nasa.gov/User/difguide/>