

La segunda vuelta al mundo de Alejandro Malaspina

Santos Casado

Fundación Fernando González Bernáldez

La mayor exploración oceánica jamás abordada por la ciencia española concluyó en julio de 2011, tras siete meses de navegación ininterrumpida alrededor del mundo, con la llegada a puerto de la expedición Malaspina 2010 a bordo del buque oceanográfico *Hespérides*. Financiada por el entonces Ministerio de Ciencia e Innovación a través del programa Consolider Ingenio 2010 y coordinada por el CSIC, con la colaboración de otros muchos centros de investigación, la expedición Malaspina 2010 ha permitido tomar muchos miles de datos y muestras para un gran proyecto de investigación, con muchos años de recorrido, dedicado a estudiar los efectos del cambio global sobre el océano y a mejorar el conocimiento de su biodiversidad, especialmente en el desconocido océano profundo.

Malaspina 2010 toma su nombre del marino de origen italiano Alejandro Malaspina, que como oficial de la Armada sirvió a la corona española en la mayor y más ambiciosa de las expediciones geográficas y científicas de la Ilustración. Llevada a cabo entre 1789 y 1794, a bordo de las corbetas *Descubierta* y *Atrevida*, la que acabó siendo conocida como expedición Malaspina no llegó a ser, como inicialmente estaba previsto, una vuelta al mundo, pero sí una vasta exploración de los mares, las costas y las tierras de buena parte de América, el Pacífico y Oceanía. El ingente caudal de datos, ejemplares,

láminas, mapas y observaciones obtenido por esta enciclopédica empresa científica estuvo a punto de perderse por la caída en desgracia política del propio Malaspina a su regreso a España, lo que acarrió su procesamiento por traición y finalmente la cárcel y el destierro.

La historia ha reivindicado posteriormente el nombre y la obra de este gran explorador y son cientos los trabajos, publicaciones, exposiciones o documentales que en las últimas décadas se le han dedicado. Pero la reivindicación definitiva ha venido de la mano de un nuevo y, salvando las distancias históricas, comparable proyecto de exploración que, coincidiendo con el doscientos aniversario de su muerte en 1810, ha sido denominado en su honor expedición Malaspina 2010.

MALASPINA 2010

Malaspina 2010 es un vasto proyecto multidisciplinar de investigación en torno al océano global. Coordinado por el investigador Carlos Duarte, del Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (CSIC-Universidad de las Islas Baleares) con sede en Esporles, Mallorca, este proyecto ha tenido como núcleo o eje central una navegación alrededor del mundo llevada a cabo por el buque oceanográfico *Hespérides* entre diciembre de 2010 y julio de 2011. La singladura, iniciada en Cádiz, llevó a los inves-



tigadores y militares españoles, pues el *Hespérides* es un buque operado por la Armada, a cru-

Malaspina 2010 es un vasto proyecto multidisciplinar de investigación en torno al océano global. Coordinado por el investigador Carlos Duarte, del Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados, este proyecto ha tenido como núcleo o eje central una navegación alrededor del mundo llevada a cabo por el buque oceanográfico *Hespérides* entre diciembre de 2010 y julio de 2011

zar el Atlántico hasta Río de Janeiro para luego atravesar de nuevo la cuenca sur de este océano hasta Ciudad del Cabo, en Sudáfrica. De allí hasta Perth, Australia, a través del Índico. Y, tras sucesivas escalas en Sidney y Auckland, hasta Honolulu, en Hawai, atravesando todo el Pacífico. Tras atravesar el canal de Panamá y hacer escala en Cartagena de Indias, Colombia, el *Hespérides* cruzó de nuevo el Atlántico para regresar finalmente a su base en Cartagena. Esta larguísima campaña, de siete meses de duración, fue complementada por otra campaña a través del Atlántico Norte a cargo del buque *Sarmiento de Gamboa*, que completó especialmente los objetivos del proyecto en el apartado de oceanografía física,

Porque esta ha sido una de las características de Malaspina 2010, la combinación de toda una serie de bloques temáticos, con objetivos específicos en oceanografía física, biogeoquímica, contaminantes, microbiología, fitoplancton y zooplancton, unidos bajo un paraguas concep-

Buque *Hespérides* durante la Expedición Malaspina.

Logo
Expedición
Malaspina.

tual común, el de la comprensión de los cambios en el océano global y su biodiversidad. Y también bajo un mismo plan operativo, el marcado por el rumbo del *Hespérides* a través de todos los grandes océanos del globo, deteniéndose cada día durante siete meses en un punto concreto de esa inmensa superficie líquida para llevar a cabo una completa estación de muestreo, una exhaustiva recogida de datos y muestras desde la superficie hasta los 4.000 metros de profundidad.

OCÉANO PROFUNDO

Como cada día desde que se inició la expedición, la roseta inicia su viaje hacia aguas profundas. El *Hespérides* se ha detenido, también como cada día, en un determinado punto del océano, de acuerdo al minucioso plan de trabajo trazado meses atrás, y ha iniciado las maniobras de la jornada. La principal de esas maniobras es esta, la roseta profunda hasta 4.000 metros por debajo de la superficie. La roseta es el gran soporte cilíndrico en el que se colocan todos los dispositivos de medición y muestreo que han de bajar a la profundidad que los científicos determinen. No es habitual realizar muestreos tan profundos. La inmensa mayoría de la oceanografía biológica, ecológica y biogeoquímica se ha realizado históricamente en aguas superficiales o en los primeros cientos de metros de la columna marina. Pero la mayor parte del océano es profunda, y de ese enorme compartimento oscuro y frío de las aguas oceánicas por debajo de 2.000 o 3.000 metros, que cuantitativamente representa una gran porción del total de la biosfera, apenas sabemos nada.

Y esa atención al océano profundo, junto con la dimensión planetaria expresada en la misma idea de circunnavegación, son los rasgos distintivos de la expedición Malaspina 2010, según insiste una y otra vez Carlos Duarte, coordinador y líder del proyecto. Duarte, profesor de investigación del CSIC, es el más internacional y prestigioso de nuestros científicos marinos, y una de las figuras punteras de la ciencia española en general. Actualmente compagina su condición de investigador en el IMEDEA (CSIC-UIB), donde dirige un grupo de investigación sobre cambio global, con la dirección del Oceans Institute, un centro de investigación oceanográfica de la University of Western Australia.

Para Duarte la exploración del océano profundo, en la que la expedición Malaspina 2010 va a representar un salto cualitativo para la ciencia internacional, no solo es prometedora por lo que supone de ensanchar las fronteras del conocimiento humano, sino porque los organismos microbianos, poco o nada conocidos hasta ahora, que habitan en ese mundo oscuro y remoto, pueden representar todo un abanico de soluciones genéticas, metabólicas y fisiológicas en el que quizá se hallen aplicaciones inesperadas para usos tecnológicos o médicos que no habíamos siquiera imaginado.

Por eso, buena parte del esfuerzo que supone hacer descender la roseta oceanográfica cada día a 4000 metros de profundidad —en una maniobra que conlleva varias horas de trabajo y que requiere que los tornos hidráulicos o chigres desenrollen y recuperen más de cuatro kilómetros de cable en océano abierto con una precisión casi milimétrica—, se va a dedicar al grupo de microbiólogos y genéticos que en Malaspina 2010 se ocupa de estudiar los microorganismos, fundamentalmente bacterias y arqueas, de ese mundo profundo y de su genómica, es decir, la secuenciación e inventario de los genes que albergan todos esos seres desconocidos.

Una vez obtenidas las muestras, que es el trabajo llevado a cabo durante la expedición, el reto es investigar todo eso a través de la metagenó-

Malaspina 2010 va a representar un salto cualitativo para la ciencia internacional, porque los organismos microbianos, poco o nada conocidos hasta ahora, que habitan en ese mundo oscuro y remoto, pueden representar todo un abanico de soluciones genéticas, metabólicas y fisiológicas en el que quizá se hallen aplicaciones inesperadas para usos tecnológicos o médicos

mica, es decir, la secuenciación o lectura masiva de los genes no ya de un organismo, sino de todos los organismos presentes de modo conjunto en una comunidad. En este caso, en comunidades bacterianas, en el seno de las cuales pueden aguardar novedades importantes, porque, como ya se ha dicho, se trata de un ámbito prácticamente inexplorado. Y es que hasta ahora “hay solo dos trabajos publicados con análisis de secuencias de genes bacterianos del océano profundo”, dice Pep Gasol, líder del bloque de microheterótrofos, y “la verdad es que han aprovechado muy poco la información”. Medio en broma, medio en serio, a veces se habla de este tema estrella del proyecto como “*Deep Malaspinomics*”, algo así como la “genómica malaspiniana del océano profundo”.

Gasol es un prestigioso microbiólogo marino, profesor de investigación en el Institut de Ciències del Mar, un centro del CSIC en Barcelona al que pertenecen no pocos de los científicos participantes en la expedición. Su principal responsabilidad en Malaspina 2010 es liderar el bloque del proyecto dedicado a microbiología o, por usar la denominación más concreta que los propios investigadores a menudo manejan, a *microheterótrofos*, es decir, las bacterias marinas que habitan en medios profundos, allí donde no llega la luz, y que se alimentan a partir de

las fuentes de materia orgánica disponibles en esa región oscura.

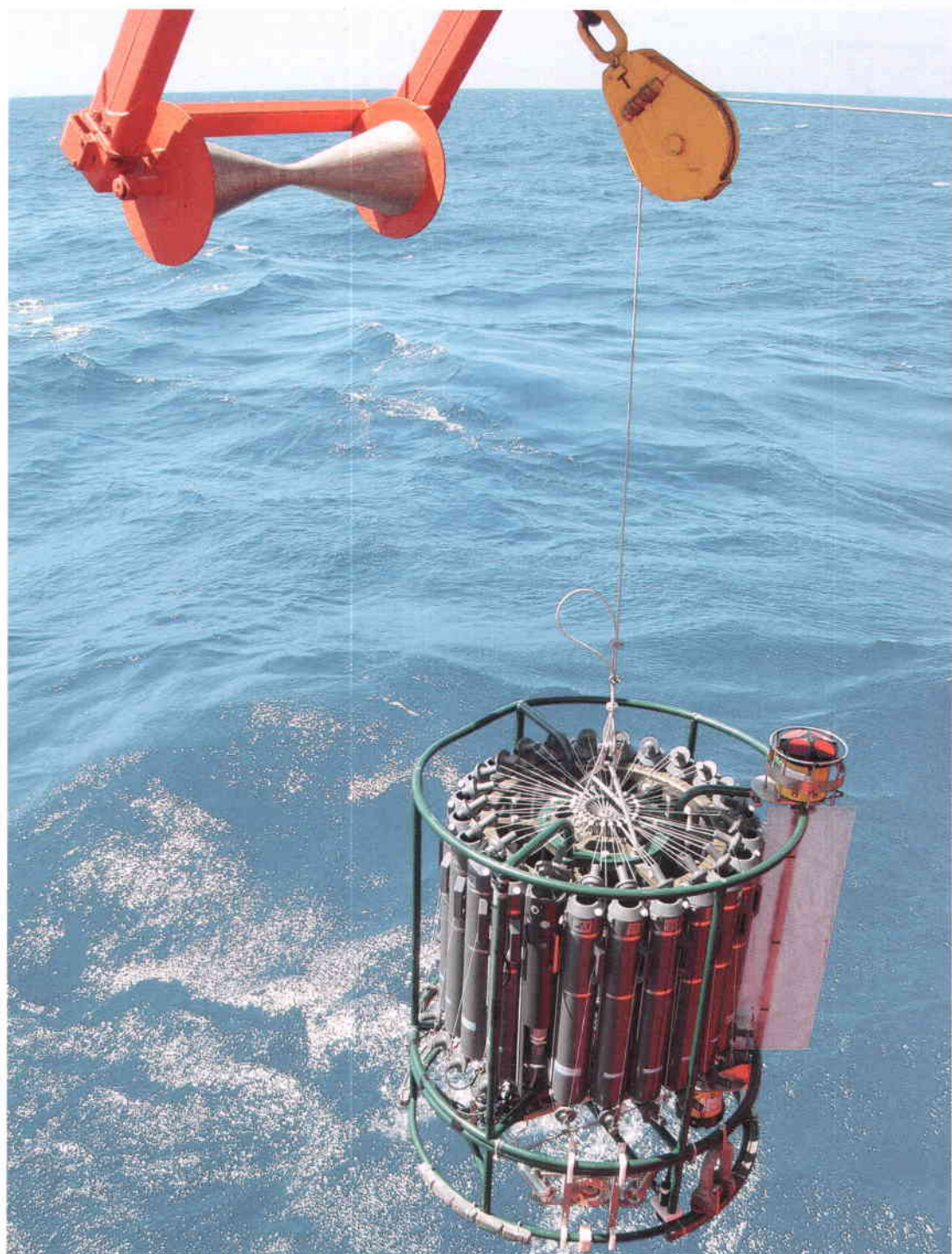
Pero la obtención de las muestras, con toda la dificultad que implica, no es el único desafío. Luego queda la secuenciación metagenómica. Y para la secuenciación hay que buscar socios. Pueden ser centros o consorcios de investigación, pero también empresas biotecnológicas. El problema, cuando se introduce una dimensión comercial en todo esto, es el control de la información: qué usos, patentes o aplicaciones industriales o comerciales puedan derivarse de esos nuevos genes que se van a descubrir. Pero Pep Gasol desmitifica un tanto los temores sobre lo que a veces se describe como *biopiratería*, porque las secuencias se depositan siempre en bases de datos públicas.

“El paso siguiente, que es el paso de la interpretación, sí que depende de la calidad de los investigadores”, y también lo que va a continuación. Una vez has visto un gen interesante, “si quieres explotar esa función, tienes que inventarte una forma con la cual puedas colocar ese gen en una bacteria, por ejemplo, para que esa bacteria lo exprese”, y “para todo eso lo que necesitas es un laboratorio de biotecnología que sea extremadamente capaz”. “Ese laboratorio sí que va a patentar sus procesos, pero eso ya no tiene que ver con la secuencia inicial, que está ahí, es pública”.

Todo esto puede parecer muy largo y complicado. Y de hecho lo es. Pero la potencia de la información que se espera obtener con las muestras profundas, completamente inéditas, de Malaspina 2010 avala la oportunidad de pensar a lo grande y a largo plazo. “El análisis final de todo fácilmente puede tardar quince años.”

LARGO PLAZO

La expedición partió con la conciencia de estar haciendo historia. No es autocomplacencia ni exceso de vanidad. Es la constatación de lo excepcional que resulta para la ciencia española un proyecto de esta magnitud. Desde luego,



Roseta oceanográfica.

magnitud espacial, pues la escala del proyecto, codificada en esa frase tan simbólica de “vuelta al mundo”, es realmente planetaria. Pero también magnitud temporal. Más allá de los siete meses de expedición y de los cinco años de duración oficial del proyecto en su conjunto,

que se prolonga hasta 2013, las muestras y datos recogidos prometen tener atareados a los científicos durante décadas.

La idea de un recorrido de décadas no es retórica. Independientemente del desarrollo de las inves-

tigaciones que se han puesto en marcha desde la misma salida del *Hespérides*, y que sus protagonistas consideran que darán para mucho, se ha decidido que una parte sustancial de las muestras queden congeladas, nunca mejor dicho, para ser legadas a los científicos de una próxima generación. Es la llamada *Colección Malaspina*.

Porque, es un tópico decirlo, las ciencias avanzan que es una barbaridad. El desarrollo de técnicas analíticas, procedimientos informáticos o nuevos marcos teóricos de interpretación permite conocer cosas o hacer cálculos o procesar cantidades de datos que hace cien o cincuenta o tan solo diez años eran no solo imposibles sino también impensables.

Adelantándose a esa situación, Malaspina 2010 ha decidido preservar una parte de sí misma para crear una cápsula de tiempo que será legada al futuro. Dicho con un poco más de rigor, se ha planteado separar una parte de las distintas muestras que se tomen, de gases, de agua, de plancton, para preservarlas de manera duradera, ya sea mediante frío u otros procedimientos, y evitar que sean utilizadas durante un periodo de moratoria de, según los casos, quince a treinta años. Bajo la coordinación de uno de los líderes del proyecto, Jordi Dachs, pero de manera distribuida y con la colaboración de distintos centros, que se comprometen a conservar diversos materiales, se constituirá así la *Colección Malaspina*. Dachs, investigador del Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua del CSIC en Barcelona, es responsable en Malaspina 2010 del bloque de contaminantes y, por tanto, aprecia muy bien el gran valor científico que puede tener una pequeña muestra, en la cual se registra la presencia de ciertas sustancias en cierto punto del océano abierto, donde nadie antes lo ha medido jamás.

Un comité evaluará, pasado el tiempo de demora, las solicitudes que podrán presentar investigadores de todo el mundo para utilizar las muestras en el futuro. La *Colección Malaspina* constará también de todos los documentos, datos, imágenes y resultados de todo tipo generados por el proyecto.

Un proyecto de esta magnitud resulta excepcional para la ciencia española. Magnitud espacial, pues la escala del proyecto, codificada en esa frase tan simbólica de “vuelta al mundo”, es realmente planetaria. Pero también magnitud temporal. Más allá de los siete meses de expedición y de los cinco años de duración oficial del proyecto en su conjunto, que se prolonga hasta 2013, las muestras y datos recogidos prometen tener atareados a los científicos durante décadas

Una circunnavegación como la que ahora se ha llevado a cabo es una oportunidad que no podrá repetirse fácilmente. Pero en un futuro próximo, cuando nuevas o más sensibles técnicas analíticas permitan extraer nuevo jugo científico de las muestras que ahora se han tomado, se contará con la posibilidad de volver sobre ese material. Estará también disponible, como una marca de referencia bien documentada en el tiempo y el espacio, para los estudios que, en un escenario de rápidos cambios ambientales, como el que afecta hoy al planeta, quieran mañana rastrear y valorar esos cambios, comparando la situación de 2050 o 2100 –da susto decirlo– con la registrada en 2010.

CAMBIO GLOBAL

Precisamente esa dimensión de cambio en el tiempo es la que da uno de sus argumentos principales a la expedición Malaspina, aunque esta se desarrolle en el espacio, navegando sobre la superficie del océano. Porque el chequeo al que

se ha sometido ahora al gran ecosistema oceánico pretende, entre otras cosas, calibrar el efecto del cambio global en distintas propiedades y comunidades del océano y, sobre todo, ofrecer una referencia, una línea base, con la que los científicos puedan monitorizar la trayectoria de esos cambios en los próximos años.

A diferencia de los ecosistemas terrestres, en los que los humanos hemos desplegado infinidad de estaciones y puntos de recogida de datos meteorológicos, climáticos, biológicos, agrícolas, etcétera, la densidad de la malla de información extendida sobre el océano es mucho menor, con vastas regiones oceánicas de las que, para muchas variables ecológicamente significativas, apenas se dispone de algunos datos sueltos. Y no digamos si esa información ha de referirse a las capas profundas del océano.

Una de las formas empleadas en las últimas décadas por los oceanógrafos para obtener esa información vital, a falta de datos tomados *in situ*, ha sido la exploración desde satélites. Ciertas propiedades del océano pueden ser estimadas desde estos observadores remotos, con cuyos registros se construyen mapas globales que de otro modo serían imposibles. Otro procedimiento, complementario con el anterior, es el de lanzar a las aguas marinas boyas robotizadas que miden algunas variables clave, como salinidad o temperatura, mientras derivan al azar arrastradas por las corrientes, de modo que poco a poco van construyendo un registro de datos para amplias regiones.

Se trata en este caso de esfuerzos internacionales, compartidos por buques oceanográficos de muchos países, los cuales toman a su cargo la distribución de estas boyas en distintos océanos durante sus respectivas campañas. También en Malaspina 2010 se colabora en este programa global, largando, en distintos puntos de circunnavegación, boyas SMOS y boyas Argo.

La boya Argo, una vez extraída de su embalaje en la cubierta del *Hespérides*, aparece como un largo cilindro de duro plástico amarillo que, puesto de pie, tiene la altura de una persona

si se cuenta el remate que prolonga su extremo superior. Ese remate incluye un dispositivo para la toma de agua con destino a las mediciones automatizadas de salinidad y temperatura que la boya realiza, y una larga antena con la que enviará los datos que obtenga vía satélite. Oculto en su interior, hay algo todavía más interesante, un sistema de flotación por medio de una especie de vejiga que se hincha y deshinch, en realidad un sistema hidráulico regulado por un programa temporizado, de modo que la boya estará habitualmente sumergida a cierta profundidad, en torno a mil quinientos metros, pero hará cada cierto tiempo inmersiones aún más profundas, hasta dos mil metros. Desde allí, su sistema de regulación hará que ascienda hasta la superficie, obteniendo en su camino vertical un perfil de datos de esas capas de agua. Una vez emergida, podrá enviar su valioso caudal de datos a los satélites que la esperan. Y, luego, vuelta a sumergirse a su profundidad habitual de mil quinientos metros, vuelta a viajar arrastrada por los movimientos de agua que en ese nivel se producen, y vuelta a empezar.

La colaboración internacional ha permitido, como decíamos, que distintas embarcaciones y campañas científicas hayan ido distribuyendo cientos de boyas Argo por el océano. Sus registros de temperatura y salinidad van así, poco a poco, componiendo una imagen de las propie-

El chequeo al que se ha sometido ahora al gran ecosistema oceánico pretende, entre otras cosas, calibrar el efecto del cambio global en distintas propiedades y comunidades del océano y, sobre todo, ofrecer una referencia, una línea base, con la que los científicos puedan monitorizar la trayectoria de esos cambios en los próximos años

dades fundamentales del mar. Esos datos son, además, cruciales, para que una especializada comunidad internacional de científicos trate de resolver la cuestión de cómo funciona, con una escala espacial cada vez más precisa, el transporte de calor en el océano, un aspecto crucial del sistema climático global, especialmente en situaciones de cambios y reajustes como los que actualmente nos preocupan. Una serie de nuevas boyas Argo, dieciocho en total, han sido añadidas a este creciente ejército de robots científicos en varios de los tramos de Malaspina 2010.

PAISAJE HUMANO

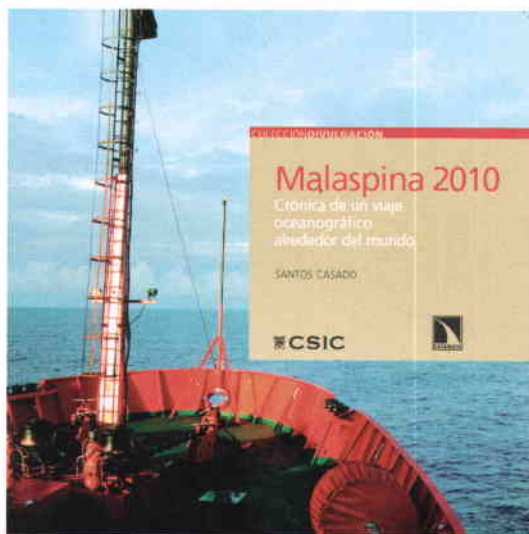
La experiencia de una navegación en océano abierto durante varias semanas de campaña, sin ver tierra y, durante algunos tramos, sin ver prácticamente tampoco otras embarcaciones, la

experiencia, decíamos, es especial. Es un paisaje diferente.

Frente a la inmensidad casi sobrecogedora del océano ilimitado, la vida a bordo ofrece otro paisaje muy distinto, abigarrado y concentrado en unos pocos centenares de metros cuadrados. Es el paisaje humano del variado equipo que protagonizó la misión. El *Hespérides* está encomendado a la Armada y, por tanto, su dotación es militar. Desde el comandante del buque, que en esta campaña es el capitán de fragata Juan Antonio Aguilar, hasta los marineros rasos, pasando por el segundo comandante, los oficiales, suboficiales y cabos, la dotación del *Hespérides* está compuesta de medio centenar de profesionales que aseguran la navegación, las maniobras, el mantenimiento, la intendencia y todo, en fin, lo que hace posible el buen desarrollo del proyecto que les está encomendado.

Preparándose para lanzar una boya SMOS.





Crónica Malaspina de Santos Casado.

También hay algunos técnicos civiles, pertenecientes a la unidad que el CSIC dedica a los equipamientos y la tecnología que se precisan en la investigación marina, los cuales se ocupan del correcto funcionamiento de los múltiples cacharros que los científicos necesitan a bordo, incluidos dispositivos de muestreo, sensores, equipos de medición y ordenadores.

Y luego están los científicos embarcados expresamente como parte de Malaspina 2010, entre los que se abre un nuevo abanico, desde los jefes de grupo, investigadores con muchos años de experiencia y prolijos currículos científicos a sus espaldas, hasta los becarios recién incorporados para la realización de una tesis doctoral cuyos primeros datos van a ser obtenidos durante el viaje.

La convivencia de científicos y militares, de jóvenes y no tan jóvenes, de físicos y biólogos, de catalanes y andaluces, de gente que se conoce hace años y perfectos desconocidos a los que les ha tocado compartir camarote, hace de la travesía en el *Hespérides* una experiencia también única desde el punto de vista humano. Y pocos son los que al llegar a puerto dejan de expresar, de modo más o menos efusivo, según temperamentos, el aprecio por esos días de mar y ciencia vividos con tanta intensidad. Pasando del plano individual al colectivo, Carlos Duarte ha destacado más de una vez a lo largo de estos

meses, esa dimensión colaborativa de Malaspina 2010 como una de las claves del proyecto. Así lo expresaba en el artículo que publicó en *El País* del 18 de diciembre de 2010, con motivo de la salida de la expedición: “La cooperación es un eje fundamental de la investigación científica en el siglo XXI”, decía Duarte, “frente a la competición como paradigma del siglo XX”. Y continuaba: “Desde la expedición Malaspina 2010 ofrecemos, modestamente, nuestro ‘espíritu Malaspina’, consistente en generar y alimentar, una nueva cultura de la cooperación, como una vía para que la sociedad española, no solo su componente científico, tome el timón y gobierne por un rumbo que nos lleve hacia un nuevo futuro, más allá del estupor en el que la crisis nos ha sumido. Necesitamos que nuestros líderes políticos cooperen entre ellos, dentro y entre administraciones, que lo hagan con organizaciones sociales y con el sector productivo, y todos éstos con los científicos. Reconozco que es tan difícil que esta red de cooperaciones se arme como que se alineen los planetas o que, más de 200 años después, zarpe una nueva expedición Malaspina. La fuerza capaz de conseguir esta alineación no puede ser otra que una visión ilusionante, un objetivo movilizador y positivo, un objetivo suficiente magnético como para articular la cooperación dejando de lado los egoísmos. Esa idea, esa visión es la palanca capaz de mover el mundo. Demos vida a las grandes ideas, demos paso a la cooperación”. ❀

BIBLIOGRAFÍA

- Santos Casado, 2011. *Malaspina 2010. Crónica de un viaje oceanográfico alrededor del mundo*. CSIC y Libros de la Catarata, Madrid.
- Carlos M. Duarte Quesada, coord., 2006. *Las Ciencias y Tecnologías Marinas en España*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- Andrés Galera Gómez, 2010. *Las corbetas del rey. El viaje alrededor del mundo de Alejandro Malaspina (1789-1784)*. Fundación BBVA, Bilbao.
- Juan Pimentel, 1998. *La física de la Monarquía: Ciencia y política en el pensamiento colonial de Alejandro Malaspina (1754-1810)*. Doce Calles, Aranjuez, Madrid.
- Juan Tena Martín, 2001. *El Hespérides: 10 años de investigación (1991-2001)*. Ministerio de Ciencia y Tecnología, Madrid.