

REVISTA DEL INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA

ieo

número 16 - marzo/abril 2011



El B/O *Ramón Margalef*, nuevo barco del IEO

ENTREVISTA CON GREGORIO PARRILLA || EXPEDICIÓN MALASPINA 2011



Foto de portada:
MICINN



EDITORIAL

- 05 **El Ramón Margalef, un gran paso para modernizar la flota del IEO**

El nuevo buque mejorará notablemente la actividad investigadora del IEO.

EN PORTADA

- 10 **Ramón Margalef**

El IEO presenta su nuevo buque oceanográfico, con una inversión de más de 18 millones de euros.

INFORMES

- 20 **Especial Malaspina**

La Expedición Malaspina, con importante participación del IEO, circunnavegará el planeta para conocer a fondo el agua de los océanos.

- 29 **Entrevista**

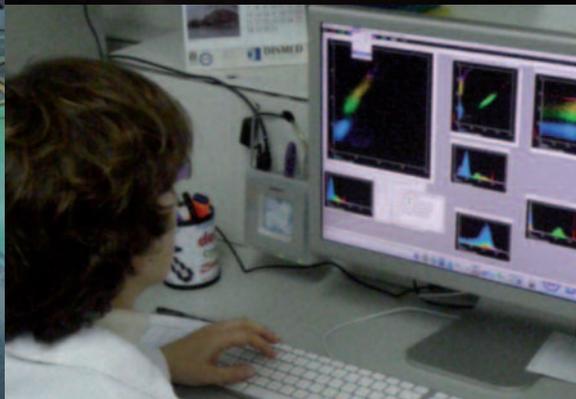
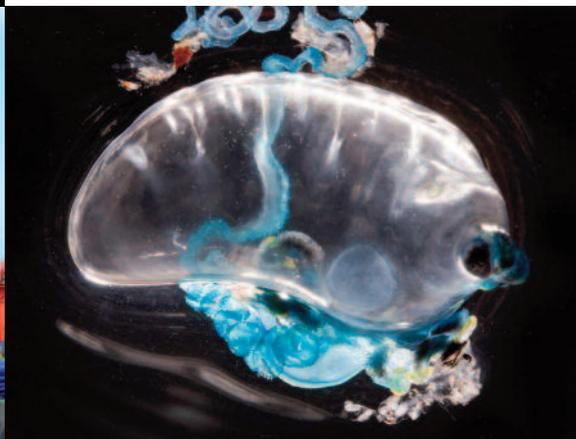
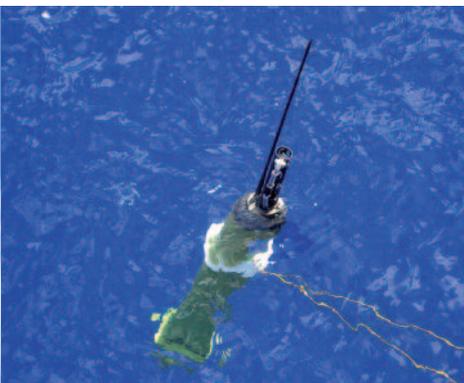
Pedro Vélez, investigador del Centro de Oceanográfico de Canarias del IEO.

Pedro Vélez lideró, junto a Gregorio Parrilla, el bloque de física del proyecto Malaspina, hasta que aceptó una beca Marie Curie en EEUU.



sumario

número 16 | marzo-abril 2011



HISTORIA

- 50 **La expedición Malaspina (1789-1794)** Alejandro Malaspina presentó en 1788 su proyecto de circunnavegación de carácter científico y político, la última gran expedición científica española del siglo XVIII.

ENTREVISTA

- 61 **Gregorio Parrilla, 40 años dedicados a la oceanografía física** Tras más de cuatro décadas trabajando en el IEO, uno de los pioneros de la física oceanográfica cuelga las botas. "Siempre he sido una persona de acción", asegura.

INFORMES

- 66 **Acústica Pesquera** La utilización del sonido para la estimación de la abundancia y el estudio del comportamiento de los recursos vivos marinos se emplean de manera rutinaria en el IEO desde hace más de 30 años.

SECCIONES IEO

- 06 Noticias
70 Agenda y publicaciones
72 Directorio

revista

ieo



EDITA

Director	Santiago Graiño
Redactores	Pablo Lozano Sergio Montesdeoca Raúl Ruiz
Diseño	Ítala Spinetti
Distribución	Magali del Val
Producción editorial	Diminuta Comunicación
Email de la revista	revistaieo@md.ieo.es
Nipo	656-05-003-1
Depósito legal	M-29883-2007

INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA (IEO)

Director	Eduardo Balguerías Guerra
Secretario general	José Luis de Ossorno Almécija
Subdirector general de investigación	Demetrio de Armas Pérez
Vocales asesores de la Dirección	Eladio Santaella Álvarez
Directores de los centros oceanográficos del IEO	
C.O. BALEARES	Enric Massutí Sureda
C.O. CÁDIZ	Ignacio Sobrino Yraola
C.O. CANARIAS	María Ángeles Rodríguez Fernández
C.O. CORUÑA	Santiago Parra Descalzo
C.O. GIJÓN	Francisco Javier Cristobo Rodríguez
C.O. MÁLAGA	Jorge Baro Domínguez
C.O. MURCIA	Jose M^a Bellido Millán
C.O. SANTANDER	Pablo Abaunza Martínez
C.O. VIGO	Valentín Trujillo Gorbea

Instituto Español de Oceanografía (IEO)
Calle Corazón de María, 8
28002 Madrid
Tel.: 91 342 11 00
Fax: 91 597 47 70
<http://www.ieo.es>





EL 'RAMÓN MARGALEF', UN GRAN PASO PARA MODERNIZAR LA FLOTA DEL IEO

El 21 de febrero nuestro nuevo buque oceanográfico, el *Ramón Margalef*, fue botado en Vigo, en un acto presidido por la ministra de Ciencia e Innovación, Cristina Garmendia. La nave fue apadrinada por Rosalía Mera, empresaria y presidenta de la Fundación Paideia. Actualmente el barco, ya en el agua y amarrado al muelle, está siendo terminado por Armon, el astillero que concluyó su construcción, y será entregado al Instituto Español de Oceanografía (IEO) este verano. Durante el último trimestre del presente año, el *Ramón Margalef* pasará el período de pruebas en la mar y se realizará el entrenamiento de la tripulación. A partir de enero de 2012, el nuevo buque empezará a realizar su trabajo científico dentro de la flota oceanográfica del IEO.

Por otra parte, el mismo astillero que finalizó la construcción del *Ramón Margalef* trabaja ya en su hermano de serie, el buque oceanográfico *Ángeles Alvariño*, cuya botadura está programada para 2012. Este segundo buque empezará a operar en 2013. Gracias al *Ramón Margalef* y al *Ángeles Alvariño*, el IEO contará con dos buques oceanográficos de tipo regional, diseñados y equipados de acuerdo a las especificaciones más exigentes y actuales. Tanto es así que se considera que serán referencia y modelo para la nueva generación de barcos oceanográficos regionales europeos. Ambos buques no solo permitirán mejorar notablemente la actividad investigadora del IEO en dicho ámbito, sino que contribuirán a paliar una notable carencia a escala europea, ya que en este momento escasean en Europa los buques oceanográficos de tipo regional.

En este número de la revista el lector encontrará una extensa información sobre nuestro nuevo buque oceanográfico, pero además creemos que se debe destacar el gran esfuerzo que para el IEO ha significado la construcción de sus dos nuevos barcos, de 46 metros de eslora, que representan una inversión del orden de los 36 millones de euros.

En el proceso de modernización de la flota del IEO también hay que mencionar la reforma integral del buque oceanográfico *Francisco de Paula Navarro*, un proyecto cuyo montante alcanza los 2,5 millones de euros, los cuales serán aportados por el Ministerio de Ciencia e Innovación, el Gobierno de las Islas Baleares y el propio IEO, corriendo el 50% de la financiación a cargo de los fondos FEDER. Una vez modernizado y adaptado a su nuevo cometido de buque oceanográfico costero, el *Francisco de Paula* –que con sus 30 metros de eslora era, hasta la botadura del *Ramón Margalef*, el segundo buque en tamaño del IEO– cubrirá largamente, desde su base en Palma de Mallorca, muchas necesidades de investigación científica en el Mediterráneo.

Finalmente, en este número de la revista también publicamos un extenso especial dedicado a la participación del IEO en la expedición oceanográfica Malaspina. Nuestro Instituto es la segunda entidad en importancia en dicho gran proyecto, tanto en la aportación económica como en la presencia científica, desde la planificación hasta la ejecución del mismo. •

EVALÚAN LA CONTAMINACIÓN DE HIDROCARBUROS AROMÁTICOS EN EL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL USANDO MEJILLONES EN JAULAS COMO INDICADORES



Un buzo se aproxima a una de las 123 jaulas repartidas por toda la cuenca occidental para recuperarla.

Concepción Martínez-Gómez y José Benedicto, investigadores del Centro Oceanográfico de Murcia del Instituto Español de Oceanografía (IEO), han participado en la primera evaluación en la cuenca occidental mediterránea de la contaminación por hidrocarburos

aromáticos policíclicos (HAPs) usando mejillones transplantados como indicador. Los HAPs son compuestos tóxicos, que se encuentran de forma natural en el medio ambiente marino, pero que sobre todo provienen de la combustión incompleta de materiales y del uso de combustibles

fósiles. Estos contaminantes han despertado la preocupación de las autoridades debido a que algunos de estos compuestos se han relacionado con la aparición de malformaciones, mutaciones y el desarrollo de algunos tipos de cáncer. Su control y seguimiento en el medio marino es uno de los objetivos prioritarios del Programa MED POL.

Este trabajo, dirigido por el investigador francés François Galgani del IFREMER y publicado en el último número de la revista *Environmental Monitoring and Assessment*, analiza la contaminación de HAPs en las aguas costeras de España, Marruecos, Argelia, Túnez, Italia y Francia, en 123 estaciones de muestreo.

Testigos de la contaminación

Para realizar el estudio, los investigadores repartieron 123 jaulas llenas de mejillones por toda la costa occidental mediterránea y, durante tres meses, estos moluscos bivalvos estuvieron filtrando el agua y acumulando los HAPs en sus tejidos.

“Los mejillones están reconocidos desde hace décadas a nivel internacional como organismos indicadores de la contaminación del agua marina debido, entre otras causas, a que son organismos filtradores con una baja capacidad para eliminar los compuestos tóxicos”, explica Concepción Martínez-Gómez. “De este modo, al filtrar grandes volúmenes de agua cada día, los HAPs presentes en la columna de agua a bajas concentraciones se

IFREMER

bioacumulan en sus tejidos alcanzando concentraciones más altas, y así pueden ser detectados y cuantificados con mayor facilidad” añade.

Para este estudio se han utilizado por primera vez mejillones *trasplantados*, es decir, en lugar de recolectar mejillones nativos, se han empleado ejemplares provenientes de un mismo lugar, que se han ubicado dentro de jaulas en cada estación de muestreo. “Los mejillones trasplantados tienen características químicas y biológicas similares, y por tanto, los resultados obtenidos en las diferentes regiones permiten una mejor comparación”, explica José Benedicto. “Este tipo de seguimiento permite también minimizar y optimizar la influencia de factores como el tiempo de exposición, el crecimiento o el estado de madurez sexual de los mejillones, y además podemos seleccionar los sitios a estudiar, eliminando las limitaciones existentes en aquellos lugares donde las poblaciones de mejillones naturales son escasas o no existen” añade.

El estudio concluye que las estaciones situadas en Córcega y a lo largo de la costa de Marruecos y Argelia son, mayoritariamente, las zonas menos expuestas a este tipo de contaminantes, mientras que las costas de Cerdeña e Italia presentaron, por el contrario, las mayores concentraciones de HAPs.

En el caso de España, las concentraciones obtenidas de HAPs en mejillones fueron, por lo general, moderadas en relación al resto de estaciones de la cuenca occidental del Mediterráneo.

Los valores máximos, independientemente del país, se registraron en las estaciones situadas en las proximidades de grandes ciudades y áreas industriales. •

EL IEO Y LA FAO ORGANIZARON UN CURSO DE EVALUACIÓN PESQUERA DIRIGIDO A EXPERTOS DE PAÍSES DEL NORTE DE ÁFRICA

Del 17 de enero al 18 de febrero, diez expertos argelinos, marroquíes y tunecinos recibieron un curso de formación en métodos acústicos para la evaluación de especies de pequeños pelágicos en la sede del Centro Oceanográfico de Baleares del IEO, en el marco del Proyecto CopeMed II de la FAO.

El curso, cuyo objetivo fue reforzar las capacidades científicas en materia de pesca de los países africanos de la cuenca mediterránea occidental, se impartió a seis expertos del Centro Nacional Argelino de Investigación y Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CNRDPA) de Argelia, dos expertos del Institute National de Recherche Halieutique (INRH) de Marruecos y dos expertos del Institut National des Sciences et Technologies de la Mer (INSTM) de Túnez.

Durante el curso se explicaron los

métodos y modelos necesarios para realizar la evaluación de los recursos de pequeños pelágicos por métodos acústicos y biológicos con los estándares de los países de la Unión Europea, lo que beneficiará las evaluaciones y la gestión de recursos del Mediterráneo en el marco de la Comisión General de Pesca del Mediterráneo (CGPM). El programa teórico trató sobre física acústica, uso de ecosondas, sistemas de posicionamiento, equipos de pesca, organización de una campaña de investigación oceanográfica, tratamiento de los datos, etc. Además incluyó clases prácticas sobre lecturas de otolitos y muestreo de especies comerciales.

El curso, coordinado por Joan Miquel Batle, lo impartieron cuatro investigadores y cuatro técnicos del Centro Oceanográfico de Baleares del IEO. •



DESCUBREN UNA NUEVA ESPECIE PARA LA CIENCIA EN EL ÁREA MARINA PROTEGIDA DE 'EL CACHUCHO'

Investigadores del IEO han descrito una nueva especie para la ciencia, la tercera hasta la fecha en el Área Marina Protegida de El Cachucho. Tras la aceptación por parte de la comunidad científica del isópodo *Haplomesus longiramus* y del anfípodo *Liropus cachuchoensis*, los científicos del grupo de investigación ECOMARG del IEO han publicado la descripción taxonómica y ecológica de *Politolana sanchezi*, un pequeño crustáceo que habita los fondos del sur del golfo de Vizcaya. Inmaculada Frutos, investigadora del IEO, y Jean Claude Sorbe, del Centro Nacional de Investigaciones Científicas francés (CNRS), publicaron en la revista *Zootaxa* su descripción taxonómica y ecológica. *Politolana sanchezi* mide casi dos centímetros y habita en los fondos blandos del sur golfo de Vizcaya y del



Vista lateral de *Politolana sanchezi*, la nueva especie descubierta en El Cachucho.

Francisco Sánchez (IEO)

oeste de Galicia, entre los 480 y los 829 metros de profundidad. El pequeño crustáceo es capaz tanto de enterrarse en el fango a cinco centímetros de profundidad, como de nadar por encima del fondo hasta, por lo menos, más de un metro sobre el sedimento. Muestra un comportamiento carroñero y bioturbador, como se pudo observar en un experimento trófico realizado con una

nasa cebada con peces y colocada en un trineo fotogramétrico durante una de las campañas ECOMARG. Los ejemplares estudiados se obtuvieron durante las campañas francesas ESSAIS y PROSECAN y las españolas ECOMARG03 y ECOMARG04 mediante diferentes aparatos de muestreo (dos tipos de trineos suprabentónicos, un trineo fotogramétrico y una draga box-corer). •

UN EXPERTO EN PALEOCLIMA COMPARTE SU EXPERIENCIA EN EL CENTRO OCEANOGRÁFICO DE SANTANDER DEL IEO

El jueves 10 de febrero, en el Centro Oceanográfico de Santander del IEO, tuvo lugar una conferencia ofrecida por el científico Norbert Frank, especialista en investigación paleoclimática y en la biogeoquímica de los corales de profundidad.

El investigador del *Laboratoire des Sciences du Climat et de L'Environnement*, perteneciente al CNRS (Francia), realizó una presentación sobre la datación de los esqueletos de los corales de aguas profundas mediante diversas técnicas, fundamentalmente

basadas en el empleo de diferentes isótopos. A lo largo de la conferencia Frank mostró las diversas aplicaciones de estos estudios, desde las más específicas, como es conocer la longevidad de las especies de coral, hasta su uso para el estudio de la dinámica oceánica en épocas pasadas.

El motivo último de esta visita fue profundizar en la colaboración que se va a establecer entre su grupo de trabajo y varios investigadores del Centro Oceanográfico de Santander del IEO, y que servirá para conocer la longevidad de

los corales recogidos durante 2010 tanto en el banco de Galicia y el cañón de Avilés, en el marco del proyecto INDEMARES; como en el área marina de Porcupine, frente a las costas irlandesas, durante la campaña DEMERSALES. Estos estudios contribuirán a ampliar nuestro conocimiento, tanto de la situación presente como de la pasada, de estas comunidades de corales de profundidad que forman parte de algunos de los ecosistemas más vulnerables y amenazados de nuestros mares. •

Nueva especie en el Área Marina Protegida de El Cachucho
Un experto en paleoclima comparte su experiencia con el IEO

SEGUNDA EDICIÓN DEL LIBRO 'CAMBIO CLIMÁTICO EN EL MEDITERRÁNEO ESPAÑOL'

A finales del siglo XX, el aumento del nivel del mar Mediterráneo fue menor que en el resto del mundo por la presión atmosférica, pero desde principios del siglo XXI los niveles en el Mediterráneo han recobrado el ritmo y parecen acelerarse. Así lo demuestran los resultados actualizados de la segunda edición del libro *Cambio Climático en el Mediterráneo Español*.

“El nivel del mar en el Mediterráneo sube entre 1 y 1,5 milímetros por año desde 1943, pero no tiene por qué seguir creciendo así, ya que ahora parece que se acelera la velocidad a la que sube”, afirma Manuel Vargas Yáñez, primer autor del libro e investigador del IEO. La publicación, que en su segunda edición recoge por primera vez los datos climáticos de 1943 a 2008 a través de un sistema de observación marino único en España y pionero en Europa, confirma que el Mediterráneo se está calentando. También se incrementa su salinidad, y

se acelera el aumento del nivel del mar, que desde el siglo XIX ya ha subido unos 20 centímetros.

Sin embargo, “durante los últimos tres años que se han añadido al estudio (de 2005 a 2008) el aumento de las temperaturas ha sido más suave que a finales del siglo XX, cuando las temperaturas del mar subieron una barbaridad”, señala Vargas Yáñez, quien insiste en la necesidad de estudiar series de datos largas para demostrar el impacto del cambio climático en el Mediterráneo.

Según el libro, presentado el pasado 24 de febrero en Málaga por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y el IEO con motivo del tercer aniversario de la plataforma SINC, los cambios que se producen en las temperaturas no sólo se deben a los efectos del cambio climático, sino también a cambios atmosféricos naturales y “normales”. •



Investigadores del IEO toman muestras durante la campaña RADMED.



Cubierta del buque oceanográfico Odón de Buen.

UNA VEZ MÁS, RADMED

Investigadores y técnicos del IEO están recorriendo una vez más el litoral mediterráneo español para estudiar los efectos del cambio climático en el marco del proyecto RADMED, una serie de campañas de monitorización ambiental que se vienen repitiendo cada tres meses desde el año 2007. El 13 de febrero comenzó la campaña oceanográfica, la primera de las cuatro que se realizarán este año dentro de este proyecto. Cinco científicos y técnicos de los Centros Oceanográficos de Baleares, Málaga y Santander del IEO recorren la totalidad del litoral español del Mediterráneo durante 29 días y muestrearán un total de 94 estaciones. Los objetivos del proyecto consisten en cuantificar periódicamente una serie de variables físico-químicas de las aguas de la plataforma y el talud continental del Mediterráneo, incluyendo tanto el litoral peninsular como las islas Baleares, y así estudiar su evolución y las posibles consecuencias del impacto del hombre en los ecosistemas marinos. Para ello se recorren una serie de estaciones distribuidas en transectos o radiales perpendiculares a la costa, además de otros que cruzan los canales entre las islas. •

UN NUEVO BUQUE PARA LA FLOTA DEL IEO

La ministra de Ciencia e Innovación, Cristina Garmendia, y el director del Instituto Español de Oceanografía (IEO), Eduardo Balguerías, presidieron el pasado 21 de febrero en Vigo la botadura del buque oceanográfico Ramón Margalef. La embarcación fue amadrinada por Rosalía Mera, empresaria y presidenta de la Fundación Paideia, quien, en la botadura, destacó que es necesario invertir en ciencia y educación para conseguir un futuro próspero, aunque los frutos de dicha inversión no se vean a veces a corto plazo. El nuevo barco, que ha supuesto una inversión de más de 18 millones de euros, está diseñado para la investigación oceanográfica y pesquera, incluyendo el estudio integrado de los ecosistemas, concepto que introdujo el investigador catalán *Ramón Margalef*, que da nombre al nuevo barco.

“España es ya una potencia científica, tecnológica e industrial en lo referente al estudio y uso de recursos marinos gracias al trabajo del IEO en proyectos como la construcción de este buque”, aseguró durante la presentación la ministra de Ciencia e Innovación, Cristina Garmendia. Por su parte, el director del IEO, Eduardo Balguerías, ha destacado los avances tecnológicos del *Ramón Margalef* y la mejora de la competitividad de los barcos nacionales en el ámbito europeo que este buque supone.

El buque oceanográfico *Ramón Margalef*, con 46 metros de eslora y una inversión superior a los 18 millones de euros, está especialmente diseñado para la investigación oceanográfica y pesquera, incluyendo el estudio integrado de los ecosistemas, concepto que introdujo el investigador catalán *Ramón Margalef*.



De izquierda a derecha Eduardo Balguerías (director del IEO), Rosalía Mera (presidenta de la Fundación Paideia Galiza y madrina del buque) y Cristina Garmendia (ministra de Ciencia e Innovación).

Este proyecto se enmarca dentro del plan de renovación de la flota oceanográfica del Instituto Español de Oceanografía (IEO), en el cual se incluye la construcción de un segundo buque gemelo del *Ramón Margalef*: el *Ángeles Alvariño*, cuya entrega está prevista en 2012. Ambas naves, cuya inversión total es de aproximadamente 36 millones de euros, y que se construyen con presupuesto propio del IEO, representan un importante esfuerzo de renovación de la flota oceanográfica nacional, que en el segmento de buques regionales necesitaba nuevas unidades, modernas y bien equipadas.

Así es el Ramón Margalef

El buque oceanográfico *Ramón Margalef*, por sus dimensiones y capacidades, está catalogado como un buque de ámbito

regional. Tiene 10 días de autonomía y espacio para 11 investigadores y técnicos, además de sus 12 tripulantes. El buque desarrollará su actividad en el ámbito nacional y mares adyacentes y contará con la tecnología más puntera para estudiar la geología marina, oceanografía física y química, biología marina, pesquerías y control medioambiental. El *Ramón Margalef* será una de las plataformas más avanzadas en evaluación de biomasa, gracias a su instrumentación acústica. El buque está diseñado para emitir niveles muy bajos de ruido radiado al agua, de acuerdo con la estricta recomendación del ICES CRR 209, lo que permitirá que su navegación no afecte al comportamiento natural de los peces que se encuentren en los alrededores. La nave está dotada con modernos sistemas de automatización, lo que

>>

>> permitirá operar con menos tripulantes y garantizará la máxima seguridad en situaciones climatológicas adversas. El barco cuenta con tres motores diésel de 1.040 caballos cada uno y dos motores eléctricos propulsores de 900 kilovatios, y un sistema de optimización de la eficiencia que permite aumentar la potencia sin incrementar el consumo. El proyecto tiene la categoría *Clean Ship* dado su respeto hacia el medio ambiente y la calificación *Confort+*, que se otorga a los barcos que cumplen las más altas exigencias en materia de habitabilidad y confort para la tripulación.

Además el buque cuenta con un sistema de posicionamiento dinámico, así como un sistema de posicionamiento submarino, para permitir la operación de vehículos submarinos de observación remota (ROV) como el recién adquirido LIROPUS2000,

con capacidad de observar y muestrear los ecosistemas hasta 2.000 metros de profundidad.

Un impulso a la industria y la ciencia nacional

Este proyecto supone una apuesta de incalculable valor, por parte del IEO, en la tecnología marítima española. Un esfuerzo que potencia la capacidad de la industria nacional que aceptó el reto de plasmar los exigentes requerimientos del IEO. Un estudio reciente de la Fundación Europea para la Ciencia (ESF) ha detectado un preocupante nivel de envejecimiento de la flota oceanográfica europea, especialmente grave en el caso de los buques regionales. Sin embargo, las últimas incorporaciones de buques oceanográficos a nivel europeo han sido buques de ámbito oceánico y global, por

lo que los nuevos barcos del IEO aumentarán la competitividad de los grupos nacionales en el ámbito europeo.

La importancia del ruido

El buque está diseñado como una plataforma silenciosa para la realización de trabajos tanto oceanográficos como de investigación pesquera en óptimas condiciones de ruido radiado al agua. Este aspecto es fundamental por su repercusión en la precisión de ciertas labores oceanográficas, tales como la realización de batimetrías, el estudio de la velocidad de corrientes marinas o la medida de la densidad de los lechos. Labores que se realizan con equipos muy sensibles que trabajan emitiendo y recibiendo sonidos a distintas frecuencias.

Así mismo, el ruido radiado al agua afecta en la fiabilidad de los muestreos de peces, >>



Cristina Garmendia durante su discurso, justo antes de la botadura del *Ramón Margalef*.

UN NOMBRE INMEJORABLE

Ramón Margalef (Barcelona, 1919-2004), investigador catalán reconocido a nivel mundial, es considerado uno de los principales impulsores de la ecología moderna. La Guerra Civil truncó sus estudios, pero eso no le impidió investigar, gracias a un microscopio que él mismo construyó. Durante la posguerra encontró trabajo como auxiliar administrativo en una empresa de seguros, y fue mensajero del Instituto Botánico de Barcelona, mientras se licenciaba en Ciencias Naturales.

Este científico autodidacta logró cursar en sólo seis, once años de estudios, publicó más de 400 artículos sobre limnología, oceanografía biológica o ecología teórica, entre otros temas, convirtiéndose en uno de los científicos españoles más citados del mundo.

En 1966 la Universidad de Chicago le ofreció una plaza de investigador, sin embargo Margalef decidió quedarse en España y crear la primera cátedra de ecología en España, la cual le fue concedida, dando lugar al Departamento de Ecología de la Universidad de Barcelona. Como reconocimiento internacional recibió, en 1984, el *Huntsman* de Ciencias Marinas, el premio más importante de esta especialidad. Al mismo tiempo, en España le otorgaban el Premio Nacional de Medioambiente. Margalef se jubiló en 1987. ●



El buque oceanográfico Ramón Margalef tras su botadura.

José Ignacio Díaz (IEO)

>> pues el ruido causa una perturbación al medio marino, asustando y previniendo a los cardúmenes, que evitarían así anticipadamente las redes o las ondas de prospección, sesgando los cálculos de su biomasa.

Es por este motivo que el Consejo Internacional para la Exploración del Mar (ICES) estableció la norma ICES 209, un sello que garantiza la fiabilidad de los resultados de investigaciones que cumplen sus requisitos. El *Ramón Margalef* no sólo cumple la norma sino que la supera con creces.

El ruido tiene tres fuentes principales: el producido por la maquinaria del buque, el producido por las hélices propulsoras y el generado por la fricción del casco y el agua, que depende de la forma del barco. Para reducir al mínimo el ruido generado por la máquina, se utilizan motores eléctricos de propulsión montados y acoplados sobre una doble bancada elástica, y encerrados en una cápsula. Además, el techo, el suelo y los mamparos de las cámaras de máquinas han recibido

un tratamiento de pinturas especiales que amortiguan los ruidos.

Buscando, además de la máxima eficiencia, el mínimo ruido y vibraciones de las hélices se eligió un diseño con cinco palas y un diámetro de más de 2 metros, un tamaño superior al habitual para buques de este desplazamiento y potencia, lo que previene el fenómeno de cavitación. Por otra parte, el ruido generado por el desplazamiento en el agua se ha estudiado y corregido en las pruebas de canal con modelos a escala. Como resultado de estos estudios se obtuvo la forma de la proa, que optimiza la penetración del buque evitando al máximo la formación de olas y permite que el flujo de agua a lo largo del casco tenga un régimen laminar, evitando turbulencias y formación de burbujas que distorsionan las señales de los sensores oceanográficos. La pintura del casco también ha sido un aspecto considerado, eligiendo un tratamiento innovador que, además de ser ecológico y no tener componentes biocidas, reduce la fricción y, por consiguiente, el ruido. ●

NOTICIAS

Un nuevo buque para la flota del IEO

Un año de éxitos para la domesticación del atún rojo

El IEO estudia las variaciones a largo plazo del ecosistema pelágico

UN AÑO DE ÉXITOS PARA LA DOMESTICACIÓN DEL ATÚN ROJO

SELFDOTT, el proyecto para la domesticación del atún rojo que coordina el Instituto Español de Oceanografía (IEO), tiene ya tres años y los más de 30 investigadores participantes se reunieron en Montpellier (Francia) para exponer los resultados de 2010.

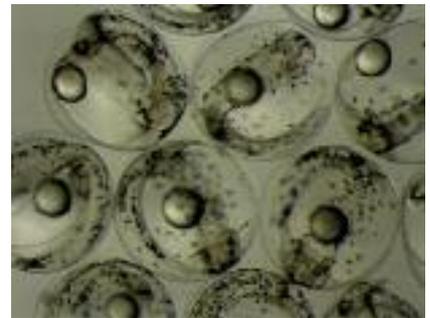
Durante la reunión, se han expuesto los principales resultados obtenidos en este proyecto a lo largo del año 2010. Entre todos ellos, y de manera especial, cabe resaltar éxitos tales como el cierre del ciclo biológico en cautividad del bonito atlántico (*Sarda sarda*), la obtención de puestas espontáneas de atún rojo sin necesidad de implantes hormonales, la ampliación de la supervivencia larvaria hasta 110 días y, por primera vez a nivel mundial, la adaptación de juveniles de atún rojo a la cautividad en tanques en tierra.

“Este proyecto está abriendo una puerta a la producción en cautividad de este pez

emblemático mediante técnicas de acuicultura, reduciendo así el esfuerzo pesquero que sobre él se realiza y que ha llevado a sus poblaciones naturales a un estado de sobreexplotación del que, afortunadamente, gracias a las últimas normas implementadas, se encuentra en vías de recuperación”, explica Fernando de la Gándara, coordinador del proyecto.

Así mismo, se han trazado las líneas de investigación a seguir durante este año, fundamentalmente dirigidas a mejorar los resultados del cultivo larvario, con especial énfasis en la nutrición de las larvas. A esta tercera reunión anual del proyecto SELFDOTT han asistido por parte del IEO los investigadores del Centro Oceanográfico de Murcia, Fernando de la Gándara y Aurelio Ortega (responsable del cultivo larvario).

El proyecto SELFDOTT tenía prevista su finalización oficial el 31 de diciembre de



Huevos de atún rojo justo antes de eclosionar.

Fernando de la Gándara (IEO)

2010, pero la Comisión Europea ha aceptado su extensión hasta el 30 de noviembre de 2011 a fin de aprovechar una nueva estación de puesta, en verano de este año. Esta extensión no lleva asociada una financiación suplementaria pero se cuenta con el compromiso de las instituciones y empresas participantes de realizar un esfuerzo económico adicional. •

EL IEO ESTUDIA LAS VARIACIONES A LARGO PLAZO DEL ECOSISTEMA PELÁGICO, FUNDAMENTAL PARA LOS NUEVOS MODELOS DE GESTIÓN PESQUERA

Investigadores del IEO estudiarán la dinámica de las poblaciones de sardina, anchoa, caballa y chicharro bajo un punto de vista global en el que, al contrario que en los modelos clásicos, se tendrán en cuenta todos los factores que les afectan, desde las variaciones climáticas hasta el estado de las poblaciones de sus depredadores, como pueden ser los mamíferos marinos. De esta forma, mediante el proyecto de investigación denominado LOTOFPEL, se pretende caracterizar la variabilidad a largo plazo del

ecosistema pelágico de la plataforma continental española del norte de la Península Ibérica, e investigar sus consecuencias sobre la dinámica de las poblaciones de sardina, anchoa, caballa y chicharro, conocidos como pequeños pelágicos.

LOTOFPEL generará conocimientos fundamentales para poder aplicar una gestión de las pesquerías que tenga en cuenta la dinámica del ecosistema en su conjunto, lo que se denomina enfoque ecosistémico, el modelo llamado a sustituir

a aquel que se limita a estudiar la abundancia y distribución de cada especie de una forma aislada y que a día de hoy es el modelo que se utiliza.

El proyecto LOTOFPEL está financiado con 125.000 euros para tres años a través del Programa Nacional de Investigación Fundamental no orientada del Ministerio de Ciencia e Innovación. El investigador principal es Rafael González-Quirós, del Centro Oceanográfico de Gijón, y cuenta con la participación de otros 12 investigadores del IEO. •

EL IEO REÚNE EN SANTANDER A REPRESENTANTES DE TODOS LOS SECTORES IMPLICADOS EN LA PESCA PARA IMPULSAR LA SOSTENIBILIDAD DEL SECTOR

Responsables de la investigación marina, la industria pesquera, representantes sociales y de las administraciones se reunieron en Santander en un encuentro de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo para tratar la importancia de la sostenibilidad de la pesca en los ecosistemas marinos e intentar acercar posturas al respecto. Organizado por el IEO, la Confederación Española de Pesca (CEPESCA) y la Secretaría General del Mar (SGM), el encuentro giró en torno a cómo mejorar las políticas de gestión pesquera y de la gobernanza de la pesca.

El evento contó con la presencia, entre otros, de la por entonces ministra de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Elena Espinosa, y el Secretario de Estado de Investigación, Felipe Pêtriz. Espinosa, durante la inauguración del encuentro, destacó la necesidad de fomentar la colaboración con el IEO para

augmentar el conocimiento científico que facilite una pesca más responsable y sostenible que ayude a evitar impactos irreversibles, ya que “no hay pescadores sin peces”.

Eduardo Balguerías, director del Instituto Español de Oceanografía, explicó que el IEO juega un papel vital en el nuevo enfoque de la gestión de pesquerías, a la cual se añaden dificultades a la evaluación clásica que se venía haciendo hasta ahora. En respuesta al nuevo enfoque, hay que ver la situación actual de los recursos y definir los límites de lo que debe ser el buen estado de los mismos.

En la UIMP coincidieron en que el colapso y la degradación de las pesquerías tiene como principales factores la pérdida gradual de los mercados, la sobrecapacidad de las flotas, la sobreexplotación de los recursos, la falta de apoyo de la industria, las decisiones a corto plazo, un

sistema de gestión rígido y una base científica muchas veces ignorada. Javier Garat, secretario general de la Confederación Española de Pesca (CEPESCA), declaró que el futuro de la pesca “pasa por la autogestión del sector” y reconoció la enorme importancia de contar con la colaboración del sector pesquero en investigación.

El director de Política de Desarrollo y Coordinación de la Dirección general de Asuntos Marítimos y Pesca de la Comisión Europea (DGMARE), Ernesto Penas, abogó por una industria más responsable, un mayor papel del consumidor y por la integración de la política pesquera en la política marítima y medioambiental.

El delegado general de la Asociación de Arrastreros Pelágicos de los Países Bajos, Gerard van Balsfoort, opinó que cualquier cambio que se realice debe ser “estable en el tiempo, sin cambios frecuentes”, y que solo con una mayor inversión se podrán mejorar los estudios científicos en materia pesquera.

Además, Joost Paardekooper, de la Dirección general de Asuntos Marítimos y Pesca de la Comisión Europea (DGMARE), resaltó que actualmente el 70% de los stocks europeos están sobreexplotados y el 30% está fuera de sus límites biológicos seguros.

En el encuentro, que fue dirigido por Alberto González-Garcés (IEO), con el apoyo de Pilar Pereda (IEO) y Álvaro Fernández (MARM) y al que asistieron 39 alumnos, también participaron como ponentes destacados científicos y personalidades relacionadas con la sostenibilidad del sector pesquero. •



De izquierda a derecha: Agustín Ibáñez, delegado del Gobierno en la Comunidad Autónoma de Cantabria; Salvador Ordóñez, rector de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo; Elena Espinosa, Ministra de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (en ese momento); Alberto González-Garcés, consejero técnico del IEO y director del Encuentro, y Juan Carlos Martín, secretario general del Mar (en aquel entonces).

El IEO impulsa la sostenibilidad del sector pesquero
Sistema que evita los 'robos' de los cachalotes y la muerte de las aves



M. Laporta (IEO)

Ejemplar de merluza negra (*Dissostichus eleginoides*) mordido por un cachalote.

SISTEMA QUE EVITA LOS 'ROBOS' DE LOS CACHALOTES Y LA MUERTE DE LAS AVES

Investigadores del Centro Oceanográfico de Vigo del IEO, en cooperación con los armadores del buque palangrero Arnela, han comprobado la eficacia de un sistema de palangre modificado para la pesca de merluza negra (*Dissostichus eleginoides*) en Patagonia que minimiza tanto la muerte por ahogamiento de las aves marinas como la depredación de las capturas por parte de los cachalotes. El diseño del aparejo de pesca experimental, denominado *Umbrella and Stones* (Paraguas y Piedras), así como el estudio de su efectividad, se ha publicado en el último número de la revista científica *ICES Journal of Marine Science*. “El nuevo sistema es de gran interés, tanto para el sector pesquero como para la conservación de especies”, explica Sabine Goetz, autora principal del artículo. “Por un lado reduce considerablemente las pérdidas debidas a la depredación por parte de los

cachalotes y, por otro, reduce a cero las capturas de aves marinas”, apunta Goetz. En la pesca de palangre, por lo general, las aves marinas son atraídas por la carnada de los anzuelos durante la largada del aparejo. Muchas veces se enganchan en los anzuelos y mueren ahogadas cuando el palangre baja al fondo. La inclusión de piedras en el aparejo facilita que los anzuelos con la carnada se sumerjan de manera inmediata, por lo que las aves no tienen tiempo de acercarse a los anzuelos y engancharse. “Alrededor de las islas Malvinas hay varias poblaciones de aves marinas en peligro que, a partir de ahora, sufrirán un impacto menor”, señala Goetz. Por otra parte, a cada conjunto de anzuelos se le ha equipado con una especie de *paraguas* que cubre las capturas y minimiza la depredación por parte de los cachalotes. La depredación, bien parcial o bien de la presa completa, supone unas pérdidas económicas considerables para la flota española que

faena en aguas de Patagonia.

Los cachalotes que habitan estas aguas están muy acostumbrados a los barcos y han adaptado sus hábitos alimenticios a la actividad pesquera. “En cuanto escuchan el ruido del motor los cachalotes se acercan al barco y esperan a que los pescadores saquen del fondo la captura, atacando a las presas durante la maniobra de virada del aparejo”, explica Goetz. “De esta forma, probablemente evitan nadar hasta el fondo y cazar a sus presas, con lo que ahorran mucha energía”, apunta.

La merluza negra es un pescado codiciado, que alcanza unos precios muy altos en el mercado. Cualquier mínimo daño en el ejemplar hace que éste no sea apto para su venta, lo que supone unas grandes pérdidas. Por ello, si los pescadores se encuentran con cachalotes en un área de pesca, suelen irse a otro sitio a largar el palangre, lo que supone un gasto extra de combustible. Y de tiempo. ●

INVESTIGADORES DEL IEO INVESTIGAN EL PAPEL DE LAS BACTERIAS PLANCTÓNICAS CON EL CAMBIO CLIMÁTICO

Investigadores del Centro Oceanográfico de Gijón del IEO han comenzado los trabajos del proyecto de investigación *Plancton microbiano y temperatura en el océano costero* (COMITE), cuyo objetivo general es comprender la respuesta de las bacterias planctónicas a la temperatura con el fin de predecir el efecto del calentamiento global. El proyecto tratará de resolver la aparente contradicción entre las hipótesis que pronostican un incremento de la abundancia y los procesos microbianos en un océano más cálido y las predicciones de la llamada teoría metabólica de la ecología, que afirman que a temperaturas más altas habría una menor biomasa bacteriana total. La enorme diversidad filogenética y fisiológica de las bacterias heterótrofas hace necesario el uso de técnicas nuevas, especialmente en el campo de la biología molecular. La aplicación de estas técnicas en COMITE permitirá avanzar en el conocimiento de la dinámica de los organismos más pequeños del plancton en ecosistemas costeros templados.

Los objetivos del proyecto se abordarán mediante tres tipos de actividades: análisis retrospectivo de los datos de la serie temporal de Gijón, determinación experimental de la respuesta a la temperatura durante un año completo y experimentos intensivos del flujo de carbono a través del bacterioplancton en cuatro situaciones ecológicas contrastadas del ciclo estacional. •



Eduardo Balguerías, director del IEO, y Jean-Yves Perrot, director del IFREMER.

Raúl Ruiz

EL IEO Y SU HOMÓLOGO FRANCÉS, EL IFREMER, CELEBRAN UNA IMPORTANTE REUNIÓN BILATERAL

El pasado mes de febrero, los directores y algunos altos cargos e investigadores del IEO y de su homólogo francés, el Instituto Francés para la Exploración del Mar (IFREMER), se reunieron en Madrid con el objetivo de mejorar e incrementar sus relaciones, un encuentro presidido por el director del IEO, Eduardo Balguerías, y el director del IFREMER, Jean-Yves Perrot. “Con esta reunión pretendemos mejorar la coordinación y colaboración entre nuestras instituciones, sobre todo en lo que se refiere a los grandes programas y cuestiones europeas, esto es algo prioritario”, explicó Eduardo Balguerías momentos antes de la reunión.

El principal objetivo de este encuentro fue aunar esfuerzos para que las ciencias del mar tengan la mayor relevancia posible en el marco europeo, “especialmente de cara al próximo programa marco”, apuntó Jean-Yves Perrot. “Debemos trabajar juntos para tratar de convencer a la Comisión Europea

de la importancia de las ciencias del mar”, añadió.

Durante la reunión, además, se habló sobre las redes y proyectos en los que ambas instituciones colaboran, se estudió el uso compartido de infraestructuras y se coordinaron las campañas de evaluación pesquera, entre otros muchos asuntos. Por parte del IEO participaron en el encuentro el subdirector de Investigación, Demetrio de Armas; el coordinador científico-técnico, Eduardo López-Jamar; la jefa del Área de Pesquerías, Pilar Pereda; la jefa del Área de Medio Marino, Alicia Lavín; el jefe del Área de Acuicultura, Ignacio Arnal; el jefe de Equipamiento Científico, José Ignacio Díaz; el jefe del Programa del Mediterráneo, Alberto García; el delegado en Bruselas, Teodoro Ramírez; los investigadores Magdalena Iglesias, Miguel Bernal, María Jesús García, Olvido Tello y Juan Bellas; y Cristóbal Suanzes, gestor en la ERANET Marifish. •

LA VIDA EN LAS EMANACIONES DE METANO DEL GOLFO DE CÁDIZ



CMAR (IEO)

Ejemplar de bivalvo de la familia *Solemyidae* hallado en la cima del volcán Anastasya, a 457 metros de profundidad.

Veinte científicos y técnicos del Instituto Español de Oceanografía (IEO) y la Universidad de Málaga se embarcaron, del 10 de febrero al 7 de marzo, a bordo del buque oceanográfico *Cornide de Saavedra*, para continuar con su estudio de los hábitats amenazados en el golfo de Cádiz. En esta ocasión, los científicos realizaron un análisis minucioso de los lugares en los que las emanaciones de gas metano han favorecido la aparición de

especies protegidas o en riesgo de extinción. Durante la campaña se han recogido muestras de sedimento, de fauna bentónica y demersal, y se han estudiado las características físico-químicas de la columna de agua en 362 puntos de muestreo.

Esta iniciativa está impulsada por el IEO y forma parte del Proyecto LIFE+, promovido por la Comunidad Europea. La campaña oceanográfica forma parte de las

actividades científicas programadas en el Proyecto INDEMARES/CHIMENEAS DE CÁDIZ. El propósito del proyecto, coordinado por la Fundación Biodiversidad, es generar conocimiento científico de excelencia que facilite la gestión sostenible de la biodiversidad de las aguas marinas españolas, que tiene como base los criterios establecidos en la Red Natura 2000. El estudio científico evaluará la composición y el grado de conservación de los ecosistemas que habitan en las estructuras producidas por las emanaciones de gas metano (hábitat 1180).

El área prospectada se localiza frente a las costas de Cádiz, aguas fuera de la plataforma continental, a profundidades que oscilan entre los 350 metros y los 1.100 metros. Para ello se contó con la detallada información geomorfológica y faunística recopilada en campañas oceanográficas anteriores, con lo que se facilitó la selección de los lugares concretos del fondo marino que tenían que ser visitados. Los resultados preliminares permiten confirmar la presencia de comunidades asociadas a emisiones de gases en los volcanes de Anastasya, Almazán y Aveiro, las cuales incluyen especies de bivalvos que podrían ser nuevas para la ciencia. Además, se ha constatado la presencia de otros tipos de hábitats que también están incluidos en la Directiva Hábitat y en OSPAR, como son los arrecifes con facies de las gorgonias *Callogorgia verticillata* y de *Acanthogorgia* spp en zonas con substratos duros carbonatados, o del coral bambú *Isidella elongata* en fondos de fango. •



IBDES (IEO)

INVIPESCA PONE EN MARCHA SU NUEVO BLOG

La Red Iberoamericana de Investigación Pesquera INVIPESCA, formada por 14 instituciones de 12 países y coordinada por el IEO, ya tiene disponible su nuevo blog, un espacio virtual para fomentar la colaboración entre investigadores de toda Iberoamérica.

La web <http://invipesca.blogspot.com/> recogerá las principales noticias, novedades, eventos y convocatorias de interés para los investigadores. Además, este blog será un lugar para compartir experiencias, intercambiar información y, sobre todo, fomentar el contacto y la puesta en marcha de nuevos proyectos internacionales en el ámbito de la investigación científica y de gestión para una explotación sostenible de los recursos pesqueros, tanto para la pesca industrial como para las flotas artesanales. La principal novedad de este espacio es la creación del Mapa Iberoamericano de Investigación Pesquera. Este mapa interactivo permite consultar de forma rápida y sencilla la información referente a los diferentes grupos de investigación pesquera de los

países iberoamericanos. El mapa cuenta con una herramienta de búsqueda por palabras clave, que permitirá a los investigadores de los diferentes países localizar otros grupos de trabajo con intereses comunes, pudiendo de esta manera generarse sinergias, intercambiar ideas y poner en marcha proyectos transnacionales a fin de mejorar el desarrollo del conocimiento científico en el ámbito de la investigación pesquera.

Por otra parte, a través del espacio virtual se difundirá periódicamente información acerca de los proyectos y eventos más importantes de las instituciones y países involucrados. Las publicaciones de este blog pueden seguirse directamente a través del correo electrónico una vez hecha la suscripción en el propio espacio virtual.

La Red Iberoamericana de Investigación Pesquera para el uso sostenible de los recursos pesqueros (INVIPESCA) es una agrupación de instituciones y grupos de investigación de la región Iberoamericana, formada en el año 2009. ●

LA FIDELIDAD DE LA PLATIJA POR SU ÁREA DE PUESTA DIFICULTA SU RECUPERACIÓN

Según un estudio en el que participa un investigador del Instituto Español de Oceanografía (IEO), publicado en la revista *Fish and Fisheries*, la abundancia histórica y la complejidad espacial de la población de platija en los mares de Skagerrak y Kattegat (Atlántico Este), era mucho más alta de lo estimado previamente y se ha reducido debido a la prolongada sobrexplotación llevada a cabo durante los últimos 30 años. Estos resultados ponen de relieve la importancia de considerar una mayor resolución espacial en la gestión de los recursos marinos.

Marcos Llope, investigador del Centro Oceanográfico de Cádiz del IEO, ha participado en un estudio en el que se ha tratado de reconstruir la distribución espacio-temporal de la platija (*Pleuronectes platessa*) durante la época

de desove a lo largo de todo el siglo XX en los mares Skagerrak y Kattegat (Atlántico Este).

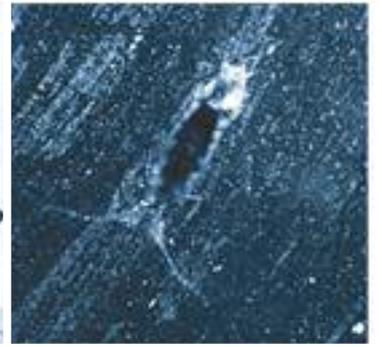
A través del análisis de estos datos históricos, recopilados por el Instituto Sueco de Investigaciones Marinas (y sus predecesores), desde 1901 a 2007, los investigadores llegaron a la conclusión de que el stock de platija se compone de varias unidades dentro de su área de distribución; en concreto se identificaron cuatro núcleos principales: dos en la costa sueca (en Skagerrak y Kattegat, respectivamente), una en la costa norte de Dinamarca, en Skagerrak, y la última y más extensa en el suroeste de Kattegat. De estas cuatro áreas, las dos localizadas en la costa sueca han desaparecido en las últimas décadas como consecuencia de su sobrexplotación. Los investigadores

consideran la recuperación de estas áreas históricas de vital importancia para la salud del stock y sugieren que será un proceso muy lento ya que se necesita que adultos de áreas adyacentes modifiquen sus patrones migratorios.

“Una mejor comprensión de los patrones de distribución espacial y sus cambios a lo largo del tiempo es fundamental para poder adoptar un enfoque realmente ecosistémico” explica Marcos Llope. “Para las especies de peces comerciales, caracterizadas por un comportamiento de agregación durante la época de desove, la identificación y seguimiento de sus zonas de puesta es esencial para una correcta evaluación de su productividad y de la abundancia de la población”, asegura Llope. •



El estudio intenta reconstruir la distribución espacio-temporal de la platija durante la época de desove a lo largo de todo el siglo XX en los mares Skagerrak y Kattegat (Atlántico Este).





LA VUELTA AL MUNDO DE LA OCEANOGRAFÍA ESPAÑOLA

La expedición Malaspina 2010 está circunnavegando el planeta con un extraordinario objetivo: explorar la biodiversidad del océano global y analizar en él los efectos del cambio climático. Se trata de un esfuerzo extraordinario y multidisciplinar por parte de la comunidad científica española, que rinde homenaje al viaje que el navegante italiano Alejandro Malaspina, al mando de dos navíos de la Armada Española, emprendió en 1789. En esta ocasión se emplearán dos buques de investigación oceanográfica –el Hespérides y el Sarmiento de Gamboa– que realizarán más de 40.000 millas náuticas recorriendo los océanos Atlántico, Índico y Pacífico entre diciembre de 2010 y julio de 2011.

La expedición está financiada por el Ministerio de Ciencia e Innovación a través del programa Consolider-Ingenio 2010, y en ella participan 27 grupos de investigación pertenecientes al CSIC, al Instituto Español de Oceanografía (IEO), a 16 universidades, un museo, una fundación pública de investigación y la Armada Española. Asimismo, cuenta con fondos adicionales del CSIC, la Fundación BBVA, el IEO, la Fundación AZTI y las universidades de Cádiz y Granada. La financiación total se sitúa en torno a los 6 millones de euros.

El proyecto Malaspina 2010 está organizado en 11 blo-

ques temáticos. Cuatro de ellos son horizontales, con implicación en todo el proyecto (coordinación, ciencia y sociedad, formación e integración) y los ocho restantes corresponden a diversas áreas de investigación (física, biogeoquímica, contaminación, óptica y fitoplancton, microbiología, zooplancton y ciencia y política).

El IEO es la segunda institución con mayor participación. Ha invertido más de 700.000 euros y cuenta con 47 participantes, entre investigadores, técnicos y becarios, que están implicados en 8 de los 11 bloques temáticos, uno de los cuales lidera.

Malaspina 2010 dará un nuevo impulso a las ciencias marinas en España, articulándolas bajo programas de colaboración interdisciplinar e interinstitucional, como demandan los nuevos retos científicos del siglo XXI.

La ocasión bien merece el especial que encabezan estas palabras, un intento por divulgar el trabajo que se realiza en cada uno de los bloques de investigación en los que el IEO tiene una participación primordial. Cinco grandes objetivos científicos, cinco historias y una misma aventura. Espero que lo disfruten.

Antonio Bode, responsable de la participación del IEO en Malaspina

TRES VARIABLES QUE DEFINEN EL OCÉANO

Temperatura, salinidad y presión. Tres sencillas variables sustentan la complejidad del océano. Las relaciones entre ellas definen la dinámica marina y sus pequeñas variaciones son responsables de enormes cambios, que modulan desde la vida en los mares hasta el clima de todo el planeta. Por tanto, no es de extrañar que la oceanografía física sea una parte fundamental del proyecto Malaspina, el conocimiento que da soporte a todos los objetivos de la expedición.

texto Pablo Lozano. **fotos** Joan Costa / CSIC



INVESTIGADORES

del Centro Oceanográfico de Canarias del Instituto Español de Oceanografía (IEO) y de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) son los responsables del bloque de física del proyecto Malaspina. La asociación para liderar este bloque, básico en el proyecto, no es fruto de la casualidad. Los científicos que integran este equipo, Alonso Hernández, Eugenio Fraile, Federico López y Pedro Vélez, llevan más de diez años colaborando y, pese a pertenecer a diferentes instituciones, en la práctica funcionan como un mismo equipo. Esta asociación ha rendido sus frutos, con cinco proyectos conjuntos, una decena de campañas oceanográficas y más de una veintena de publicaciones científicas.

Los citados científicos crecieron estudiando la interacción de la corriente de Canarias con las propias islas, su origen a partir de las corrientes de las Azores y Portugal y los procesos de mesoescala que genera. Estos trabajos consolidaron un prolífico equipo que, en los últimos años, con una madurez extraordinaria para su juventud, se ha dedicado al estudio del océano desde una perspectiva global,

empezando por determinar la interacción de la corriente circumpolar en el Atlántico Sur o los cambios en el transporte de la corriente meridional de retorno en el Atlántico subtropical. Todos ellos, estudios enfocados a avanzar en la comprensión de los mecanismos que determinan el papel de la circulación oceánica en el sistema climático.

El trabajo realizado por este equipo en los últimos años les ha convertido en protagonistas de la expedición Malaspina. Su experiencia y autoridad en oceanografía física les ha hecho responsables de un bloque fundamental en este ambicioso proyecto, el estudio de las condiciones ambientales, el soporte de todos los ecosistemas marinos.

No es casualidad que este bloque se denomine *bloque dos*, solo por detrás del bloque de coordinación, que se lleva el número uno. Los científicos de este equipo tienen la comprometida e indispensable tarea de aportar los datos de referencia necesarios para el resto de bloques, el soporte fundamental para que los demás grupos puedan alcanzar sus objetivos en esta aventura.

Sin embargo, esta labor vital es solo un pequeño objetivo dentro de las ambiciosas metas que el bloque de física se ha marcado en este proyecto. La principal meta del *bloque dos*, limitado por la metodología propuesta en la circunnavegación, es determinar los cambios en las propiedades físicas de las principales masas de agua en todos los océanos del mundo. Los investigadores quieren conocer de qué manera la variabilidad intrínseca, la variabilidad natural del océano, enmascara los cambios inducidos por la actividad humana. Dicho de otra forma, pretenden contribuir de manera significativa al objetivo global de describir cómo está afectando el cambio climático a la dinámica de los océanos.

La toma de datos

A bordo del buque oceanográfico Hespérides, durante las casi 30.000 millas que necesitarán para dar la vuelta al planeta, están estudiando las propiedades de las masas de agua en 160 puntos del océano, un muestreo cada 180 millas. En cada una de estas estaciones de muestreo se hace descender, a una velocidad de un metro por segundo y hasta los 4.000 metros de profundidad, un equipo que se denomina roseta, una estructura con una serie de bo-



Joan Costa / CSC

El buque Hespérides comienza su aventura rumbo a Rio de Janeiro.



tellas dispuestas en círculo, que van tomando muestras de agua en 24 profundidades, y que además lleva instalada otra serie de instrumentos, encargados de medir distintos parámetros físicos: el CTD y el LADCP.

El CTD (*Conductivity Temperature Depth*) se encarga de medir, como mínimo, la conductividad, equivalente de la salinidad, y la temperatura en función de la presión, o temperatura potencial. Normalmente, el CTD lleva además otros sensores incorporados para medir variables como la concentración de oxígeno, la fluorescencia o la turbidez, entre otras. Todas estas variables se miden unas 20 veces por segundo y los datos se transmiten en tiempo real al barco, lo que permite seleccionar las profundidades óptimas para la toma de muestras de agua según las prioridades e inquietudes de los científicos. Por otro lado, el LDACP (*Lowered Acoustic Doppler Profiler*) es capaz de medir la velocidad de la corriente gracias al efecto Doppler.

La duración de cada una de las 160 estaciones de muestreo depende de la profundidad y puede ir desde la media hora, para una estación en la plataforma continental, hasta las cuatro horas de una estación en aguas profundas. Una vez terminada la estación los datos son procesados. Básicamente se establece un control de calidad para descartar los datos erróneos y asegurarse de que los sensores no tienen ninguna deriva o sesgo.

LA EXPEDICIÓN MALASPINA ESTÁ ESTUDIANDO LAS PROPIEDADES DE LAS MASAS DE AGUA EN 160 PUNTOS DEL OCÉANO, UN MUESTREO CADA 180 MILLAS

Adicionalmente, se miden en las muestras de agua algunas de las variables que estudia el CTD, lo que permite que los sensores estén perfectamente calibrados, o determinar parámetros para los cuales todavía no existen sensores, como la concentración de nutrientes o la alcalinidad.

Una visión global

Siguiendo el espíritu del experimento WOCE (*World Ocean Circulation Experiment*), desarrollado durante los años 90, y durante el cual se hizo un despliegue sin precedente, con campañas oceanográficas coordinadas por todo el mundo y durante varios años, el proyecto Malaspina representa una firme apuesta para tener una visión global de los cambios en todos los océanos.

Más de 30 personas involucradas, entre investigadores y técnicos, estudiantes postdoctorales y de doctorado protagonizan el gran reto de este bloque, un análisis a escala global de los fundamentos del océano.



3



5



4

De vuelta en la 24 Norte

La importancia de este equipo durante la circunnavegación es incuestionable. Pero si además se une al proyecto un segundo barco, exclusivamente para cubrir los objetivos de su bloque, el peso de este equipo se revela excepcional.

El equipo de oceanografía física del IEO y la ULPGC está rememorando, a bordo del buque Sarmiento de Gamboa, dentro del proyecto Malaspina 2010, en el tramo Las Palmas de Gran Canaria-Santo Domingo, la ruta por el paralelo 24.5° Norte, la misma que hizo Colón para llegar a América, y la misma que en 1992 recorrió un grupo de científicos del IEO para demostrar por primera vez que el calentamiento global afectaba también al océano profundo, conclusiones que publicó *Nature* en 1994.

Coincidiendo con las celebraciones del quinto centenario del descubrimiento de América, y en el marco del experimento WOCE, en 1992 el IEO lideró esta campaña oceanográfica a lo largo de la ruta que siguió Colón. Este recorrido, de vital importancia para el clima del planeta, era

EL SARMIENTO DE GAMBOA ESTÁ RECORRIENDO, DENTRO DE MALASPINA, LA RUTA POR EL PARALELO 24.5° NORTE, LA QUE HIZO COLÓN PARA LLEGAR A AMÉRICA

la tercera vez que se estudiaba –antes lo habían hecho británicos y estadounidenses, en 1957 y 1981–, lo que permitió estudiar la evolución de la temperatura en los últimos 35 años y demostrar que el cambio climático no sólo perturba la superficie del océano.

El estudio de esta importantísima sección del océano, publicado en 1994 en la revista *Nature* por el investigador del IEO Gregorio Parrilla, no ha cesado desde entonces. El equipo de oceanografía física del Centro Oceanográfico de Canarias del IEO y la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) que lidera Pedro Vélez (IEO), Alonso Her-

|3| Detalle de los sistemas de cierre automático de las botellas oceanográficas de la roseta. |4| Proa del buque oceanográfico Hespérides. |5| La roseta oceanográfica, el alma de la expedición Malaspina.

nández Guerra (ULPGC) y Eugenio Fraile (IEO) ha continuado esta labor.

El comportamiento del océano en esta latitud, donde se localiza el máximo transporte de calor hacia altas latitudes (un proceso fundamental para el clima del planeta, que genera una potencia calorífica equivalente a medio millón de centrales eléctricas y que tiene en vilo a los oceanógrafos de medio mundo) no deja de revelar novedades, en algunos casos desconcertantes. Un trabajo publicado recientemente en la revista *Journal of Physical Oceanography* por Pedro Vélez y el equipo IEO-ULPGC, ha constatado el aumento progresivo de la temperatura desde 1957, que Gregorio Parrilla demostró en 1992. Pero, además, Pedro Vélez, gracias a una nueva campaña que tuvo lugar en 2004 y datos provenientes de la red Argo, ha demostrado que esta tendencia continuó hasta 1998, pero que desde entonces y hasta 2006 la temperatura ha disminuido volviendo a valores que podrían considerarse normales. El trabajo de Vélez sugiere que la circulación forzada por el viento podría ser responsable del comportamiento de la temperatura en esta sección, comportamiento del que con seguridad podrá saberse más tras la campaña del Sarmiento de Gamboa.

Por otro lado, un trabajo, publicado recientemente por

el mismo equipo, esta vez liderado por Alonso Hernández, sugiere que los cambios en el transporte de calor por el océano a través del Atlántico subtropical son mucho menores de lo observado hasta la fecha.

Lo que ocurre en esta sección clave en el clima de la Tierra está siendo fuente de gran polémica. Con los mismos datos, algunos investigadores han publicado que el transporte de calor ha cambiado en un 30 por ciento, mientras que el equipo IEO-ULPGC ha obtenido, y publicado, cambios pequeños, que además están dentro del margen de error de las medidas.

La nueva campaña hará básicamente el mismo recorrido que las anteriores, recorrerá las mismas estaciones de muestreo y recogerá el mismo tipo de datos. Al contrario que en la circunnavegación que realiza el Hespérides, en esta travesía la resolución del muestreo es mucho mayor. Cerca del talud de ambas costas se realizarán estaciones hidrográficas cada cinco millas y a medida que se aproximen a la zona central del océano se reducirá la frecuencia del muestreo hasta 30 millas. Esta metodología permitirá realizar 135 estaciones de muestreo en este tramo único. Muchas estaciones si las comparamos con las 160 que hará el Hespérides en total en la circunnavegación completa. •



ESTACIONES DE MUESTREO CON PILOTO AUTOMÁTICO

Desde hace ya 10 años el estudio de las variables físicas de la columna de agua no es tarea exclusiva de los buques oceanográficos. En 2001 nació la idea de cubrir los océanos con boyas perfiladoras sumergibles, el proyecto Argo, y hoy, más de 3.000 de estos sofisticados instrumentos miden la temperatura y salinidad del océano desde la superficie hasta los 2.000 metros de profundidad. Las boyas no permiten medir tantas variables como los muestreos desde buques, ni recoger muestras de agua. Tampoco aportan información más allá de los 2.000 metros de profundidad. Sin embargo, esta red mundial de medida se ha convertido en un complemento ideal a las campañas tradicionales e incluso en una base de datos suficiente por sí sola para llevar a cabo ciertos estudios.

Durante la expedición Malaspina, España dará un fuerte impulso a su ya importante participación en este proyecto internacional, cuyo responsable es Pedro Vélez, investigador del IEO. Durante la circunnavegación se desplegarán 12 nuevas boyas que se sumarán a las 24 que están operativas en este momento.

Así funcionan

Cada uno de estos perfiladores se encuentra a la deriva a una profundidad de 1.000 metros. Cada diez días desciende hasta los 2.000 metros para, a continuación, iniciar el ascenso a la superficie, midiendo en su camino de subida las variables que permiten describir el estado físico del océano: temperatura, salinidad y presión. Los datos son enviados por satélite desde la superficie, disponiéndose en tiempo real, y para cualquier usuario, de las estructuras de temperatura y salinidad de las capas superiores e intermedias de los océanos cada diez días.

Los más de 3.200 perfiladores distribuidos por los océanos suponen una boya cada 3 grados de longitud y latitud, la concentración necesaria para cumplir los objetivos planteados en el proyecto Argo. Teniendo en cuenta que la vida media de estos perfiladores es de 4 años, para cumplir con este requerimiento es necesario desplegar cada año unos 750 perfiladores nuevos.



6



8



7



Pedro Vélez, investigador del Centro de Oceanográfico de Canarias del IEO.

“Fue muy difícil elegir entre Malaspina y Marie Curie”

texto Pablo Lozano. fotos Joan Costa / CSIC

PEDRO VÉLEZ BELCHÍ (1972, Santa Cruz de Tenerife), Licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad de La Laguna y Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad de las Islas Baleares, ocupa, desde 1999, una plaza de investigador en el Centro Oceanográfico de Canarias del IEO.

Ha publicado más de 15 artículos y participado en diversos proyectos nacionales e internacionales relacionados con la variabilidad de la circulación a larga escala, en particular en las áreas bajo influencia del giro subtropical del Atlántico

norte y de la circulación meridional de retorno.

Desde que empezó a gestarse el proyecto Malaspina en 2006, lideró, junto a Gregorio Parrilla, el bloque de física del proyecto. Bloque que planificaron y diseñaron hasta que, Gregorio Parrilla se jubiló y Pedro Vélez aceptó una beca Marie Curie, una de las 25 propuestas que se aceptaron en toda España.

Esta irrechazable oportunidad le sitúa actualmente en California, en la *Scripps Institution of Oceanography*, uno de los



mayores y más antiguos centros de investigación oceanográfica del mundo, y le obligó a delegar el liderazgo del bloque de física de Malaspina en su compañero Eugenio Fraile.

¿Cómo fue su primer contacto con el proyecto Malaspina?

En noviembre de 2006, el actual coordinador de la expedición Malaspina 2010, Carlos Duarte, contactó con un grupo de investigadores con la idea de promover una campaña de circunnavegación y delimitar una línea de trabajo coherente para el análisis del cambio global en el océano. Gregorio Parrilla estaba en ese grupo, para coordinar las tareas relacionadas con el contenido y flujo de calor en el océano, y fue a través de él mi primera noticia acerca del proyecto.

¿Cuándo le propusieron diseñar el bloque de oceanografía física?

El grupo de oceanografía física del Centro Oceanográfico de Canarias del IEO y la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) habíamos trabajado con Gregorio en varios proyectos, en particular en *Gyroscope*. En este proyecto comenzamos con la metodología de realizar secciones sintéticas con datos de la red de boyas Argo -validados con CTD- para analizar la variabilidad en el transporte de calor y masa del Atlántico subtropical. De modo que cuando llegó la hora de redactar la propuesta y plantear objetivos y metodologías, Gregorio, que ya estaba decidido a jubilarse, contó con nosotros para liderar el bloque de física.

¿Tenía claro desde el principio cuál debía ser el enfoque?

Desde el principio tuvimos como referencia el experimento WOCE (*World Ocean Circulation Experiment*) que fue el que marcó la línea base en la década de los noventa. Siguiendo esa idea, pretendíamos continuar con el trabajo que se hizo en esos años con una perspectiva global. Teníamos claras una serie de preguntas científicas, y por tanto unos objetivos, pero dado que la expedición era de carácter multidisciplinar, y todos los bloques debían integrarse, tuvimos que hacer modificaciones.

“CUANDO LLEGÓ LA HORA DE REDACTAR LA PROPUESTA Y PLANTEAR OBJETIVOS, GREGORIO PARRILLA, QUE IBA A JUBILARSE, CONTÓ CON NOSOTROS PARA LIDERAR EL BLOQUE DE FÍSICA”

Usted ha dicho que la metodología general del proyecto no es la más apropiada para estudiar la oceanografía física, ¿cómo lidió con este problema?

La resolución espacial del muestreo durante la circunnavegación, una estación cada 180 millas, no permite estimaciones de transporte de calor, de modo que acomodamos el objetivo del bloque al de determinar los cambios en las propiedades de las principales masas de agua de los diferentes océanos. Si bien, durante la etapa de elaboración de la propuesta, y tratando de seguir la idea inicial de *contenido y flujo de calor en el océano*, conseguimos que una de las etapas de la expedición, que pasaron de ser cinco a siete, fuese exclusivamente diseñada para acometer objetivos de este bloque. De modo que la sección sobre el paralelo 24.5°N tendría una resolución espacial de 30 millas.

¿Cuándo surge la idea de hacer una vez más esta sección?

Escogimos esta etapa dado que la sección hidrográfica en 24.5°N ha sido clave para determinar el papel del océano en el clima. Allí pasa el máximo de calor transportado por el océano en el Atlántico, y además su estudio ha sido fuente de gran polémica, pues con los mismos datos allí tomados, algunos investigadores publicaron cambios del orden del 30 por ciento en el transporte de masa, mientras que nosotros, el grupo de oceanografía física del IEO y la ULPGC, hemos obtenido, y publicado, cambios pequeños, y dentro del margen de error de las medidas.

De modo que una nueva realización de esta sección, con la resolución adecuada, permitiría evaluar la variabilidad del transporte de calor y masa, analizando conjuntamente los nuevos datos con las realizaciones previas de la misma sección en 1957, 1981, 1992, 1998 y 2004.

¿Cómo fue elegir entre Malaspina y la estancia en el ‘Scripps Institution of Oceanography’?

Fue muy difícil elegir entre Malaspina y Marie Curie, y sobre todo tras haber estado trabajando desde noviembre de 2006 para que la expedición Malaspina 2010 saliera adelante y fuese un éxito, como lo está siendo. Si bien, sabía que los compañeros del equipo IEO-ULPGC, principalmente Alonso Hernández y Eugenio Fraile, se harían cargo del bloque de física durante mi ausencia.

Por otro lado, los programas habituales de movilidad de investigadores sólo permiten estancias de nueve meses o un año, en cambio el programa de acciones individuales Marie Curie financia estancias de dos años. Este programa es altamente competitivo y por tanto era una oportunidad difícilmente rechazable. Además, los objetivos que planteé



en la propuesta de estancia serían complicados de alcanzar sin la colaboración de los científicos del *Scripps* con los que colaboro.

¿Qué tal la vida en EEUU?

Trabajar en un centro totalmente dedicado a la investigación, donde hay más de 400 investigadores, es una maravilla. Este ambiente académico permite la interacción con investigadores de todas las disciplinas, siempre hay un experto para cualquier duda. Se imparten numerosos seminarios que permiten actualizar conocimientos y desarrollar nuevas ideas... Definitivamente, echaré de menos este ambiente a mi regreso.

¿En qué está trabajando ahora?

Muchos de los programas de observación oceánicos confían en el balance geostrofico para las estimaciones de velocidad, si bien son las pequeñas desviaciones de la geostrofia, las velocidades ageostroficas, las que determinan la evolución temporal.

Durante la estancia en *Scripps Institution of Oceanography* estoy trabajando con el grupo de Peter Niiler y Luca Centurioni, que actualmente dirige el *Global Drifter Program* (Programa global de derivadores lagrangianos), el único programa global que mide velocidades y no propiedades hidrográficas.

La estancia tiene un objetivo formativo, el relacionado con el uso de datos provenientes del *Global Drifter Program* (GPD), y su análisis conjunto con datos de altimetría, mediante una técnica que han desarrollado en este grupo; y dos objetivos científicos, cuya metodología se basa en aplicar esta técnica. El primero de ellos, durante la fase en el

“TRABAJAR EN EEUU, EN UN CENTRO TOTALMENTE DEDICADO A LA INVESTIGACIÓN, DONDE HAY MÁS DE 400 INVESTIGADORES, ES UNA MARAVILLA. ECHARÉ DE MENOS ESTE AMBIENTE A MI REGRESO”

extranjero, es determinar las causas que provocan las intrusiones de la corriente de Kuroshio en la plataforma continental, mientras que el segundo objetivo, durante la fase de retorno en España, se centrará en clarificar el esquema del sistema de la corriente de Canarias, y su relación con la corriente de las Azores.

¿Cómo ve la oceanografía española desde allí?

Es indudable la calidad de la oceanografía española, como lo refleja la gran producción científica. Si bien, y por comparativa con cómo se trabaja en EEUU, creo que todavía hace falta dar un paso más en el nivel de especialización, pues ésta afecta a la producción científica, por lo menos en mi experiencia.

Aquí sería impensable lo que ahora ocurre, por lo menos en el IEO. Es decir, que hacemos de todo: desde la toma de datos, su procesado, análisis y publicación; hasta las tareas administrativas asociadas a la gestión de la financiación. En *Scripps*, y creo que es extensible a la gran mayoría de los centros de investigación americanos, las tareas están compartimentadas, de modo que dentro de su área de trabajo nadie pierde la concentración por tener que ocuparse de tareas no relacionadas con ésta. •

especial





EL VIAJE DE LOS ELEMENTOS

Cada hora emitimos a la atmósfera tres millones más de toneladas de dióxido de carbono (CO₂), favoreciendo graves cambios en el clima del planeta. Los océanos no son indiferentes a esta situación y, además del aumento en la temperatura de sus aguas y del resultante incremento del nivel del mar, el CO₂ que secuestran (en torno a un 30 por ciento) está aumentando alarmantemente su acidez. Esto da lugar a un nuevo escenario, que muy probablemente transformará la vida en los océanos de forma drástica y que debemos conocer si queremos prevenir las posibles consecuencias.

texto Sergio Montesdeoca. **fotos** Joan Costa / CSIC
agradecimientos Teodoro Ramírez



EL PRINCIPAL

objetivo del bloque 3 del proyecto Malaspina es conocer el papel de los procesos biogeoquímicos del océano en la regulación de los niveles de CO₂ atmosféricos, y determinar el efecto del cambio climático sobre éstos. Se trata de estudiar las transformaciones que sufre cada elemento químico en el océano, ver cómo estos procesos contribuyen al secuestro de CO₂ de la atmósfera y cómo pueden estar cambiando debido a la alteración del clima por la intervención del hombre.

El equipo de biogeoquímica, liderado por Rafael Simó, investigador del CSIC, cuenta con la participación de los investigadores del Instituto Español de Oceanografía (IEO) Teodoro Ramírez, Marta Álvarez y Jesús Gago. El resto del equipo lo componen científicos del CSIC y de las universidades de Barcelona, Vigo y Granada; además de la colaboración de investigadores de la Universidad de California y de la *Woods Hole Oceanographic Institution*.

Durante la circunnavegación se están estudiando, a una escala sin precedentes, los procesos biogeoquímicos del océano. Se analiza la procedencia de los elementos que sostienen la vida, cómo se incorporan a la materia viva y cuál es después su destino, “una información muy valiosa que contribuirá al conocimiento de la oceanografía química”, explica Marta Álvarez. Y lo que es más importante, tratarán de diferenciar los procesos naturales de los inducidos por el hombre, “el reto más difícil al que se enfrenta este equipo”, señala Álvarez.

Para ello, los investigadores de la expedición recogen muestras de aguas superficiales y profundas, utilizando las más modernas técnicas analíticas para medir la acidez del agua; la composición, origen y propiedades de la materia orgánica que contiene; y se estudiará la utilización y reciclado de elementos esenciales por parte del plancton.

Producción primaria y cambio climático

Una parte importante dentro de este bloque consiste en profundizar en el conocimiento sobre el ciclo biogeoquímico del nitrógeno en el ecosistema pelágico del océano global, la posible influencia del cambio climático sobre los procesos de producción nueva, producción regenerada y fijación de N₂ en el océano, y analizar el efecto de los posibles cambios en estos procesos sobre el ciclo global del carbono.

Para ello, se tratará de cuantificar la importancia de la fijación de N₂ en diferentes regiones oceánicas como fuente

de nitrógeno para la fotosíntesis, se determinarán las tasas de consumo de nitrato, amonio y urea por parte del fitoplancton en regiones con diferentes características tróficas y oceanográficas, y se estimará en la capa fótica la contribución de los procesos de nitrificación y regeneración de amonio como fuentes de nutrientes regenerados susceptibles de ser empleados por los productores primarios.

Durante la fotosíntesis, el fitoplancton, el productor primario del océano, capta la energía de la radiación solar y consume CO₂ para fabricar biomoléculas orgánicas. Además de la radiación solar y el CO₂, el fitoplancton necesita nutrientes para crecer y construir moléculas esenciales. Los principales son el nitrógeno y el fósforo, indispensables para la síntesis de aminoácidos, proteínas, fosfolípidos, ácidos nucleicos o nucleótidos. La fotosíntesis solo puede realizarse en presencia de la luz, por lo que la producción primaria que lleva a cabo el fitoplancton está restringida a las primeras decenas de metros del océano, donde alcanza la radiación solar, lo que se conoce como zona fótica.

Allí los nutrientes disponibles son consumidos rápidamente por el fitoplancton, por lo que las concentraciones de nutrientes en esta capa son generalmente muy bajas y el crecimiento del fitoplancton está habitualmente limitado por la disponibilidad de los mismos.

Por debajo de la zona fótica los nutrientes abundan debido a los procesos de remineralización de la materia orgánica, mediante los cuales las bacterias oxidan la materia orgánica y liberan al medio sus constituyentes. A esas profundidades, y como consecuencia de la ausencia de luz, el fitoplancton no puede hacer uso de los nutrientes, por lo que las concentraciones de los mismos en agua de mar aumentan de forma muy notable.

Consecuentemente, la producción primaria y la capacidad del océano para capturar CO₂ dependen en gran medida de la disponibilidad de nutrientes en la zona fótica y, por tanto, de los mecanismos que permiten su entrada desde las capas profundas hasta la zona iluminada del océano. Pero este transporte vertical de nutrientes está frecuentemente impedido por un pronunciado gradiente de densidad, que separa las capas superficiales del océano de las aguas más profundas. Así, especialmente en las regiones tropicales y subtropicales de los océanos, la persistente insolación provoca que las aguas superficiales sean mucho más cálidas y, por tanto, menos densas que las aguas más profundas. Este gradiente de densidad da lugar a una barrera que se deno-



1



2



3

| 1 y 2 | Trabajos de laboratorio a bordo del Sarmiento de Gamboa. | 3 | Extrayendo muestras de las botellas oceanográficas.

mina termoclina y que impide que las aguas cálidas superficiales se mezclen con las aguas frías profundas.

¿Producción nueva o regenerada?

El nutriente que predominantemente limita la producción primaria en el océano es el nitrógeno. Este se encuentra en el océano de diversas formas: bien como nitrógeno inorgánico disuelto, formando parte de compuestos orgánicos de pequeño tamaño, como urea o aminoácidos; o bien como nitrógeno gaseoso (N_2).

Al amonio y a la urea se les considera formas regeneradas de nitrógeno, ya que proceden bien de excreciones de otros organismos heterotróficos, o bien de remineralización bacteriana de la materia orgánica, mientras que el nitrato y el nitrógeno en forma de gas se consideran formas nuevas, ya que su presencia en las capas superficiales del océano se debe a procesos físicos, bien al transporte vertical de nitrato desde aguas más profundas o bien al intercambio de gases entre el océano y la atmósfera. Por tanto, la producción pri-

maria en el océano, según la forma de nitrógeno que utilice, se clasifica en nueva o regenerada.

La producción nueva juega un papel fundamental en el océano, pues es la que determina en gran medida su capacidad para captar CO_2 atmosférico. Por tanto, la cuantificación de estos procesos es clave para conocer cómo están afectando las emisiones antrópicas de gas carbónico a los océanos.

Una de las consecuencias que puede tener el cambio climático sobre los océanos es un aumento de la intensidad de la termoclina, debido al aumento de la temperatura de las aguas superficiales. Una intensificación de la termoclina dificultaría el transporte vertical de nutrientes, disminuyendo la disponibilidad de esos elementos para el fitoplancton y, por tanto, la producción primaria nueva y la capacidad del océano para captar CO_2 . También la acidificación de los océanos podría estar afectando a los ciclos biogeoquímicos de los nutrientes, debido a los efectos del aumento de la acidez sobre el fitoplancton, lo que repercutiría igualmente en la capacidad del océano para captar CO_2 . •

especial



PASTANDO EL OCÉANO

El zooplancton es el segundo eslabón de la cadena y el primero en alimentarse de otros organismos. Es responsable de controlar la producción primaria del océano y de ellos depende si la materia fijada por el fitoplancton pasa a formar parte de la cadena trófica o se pierde en las profundidades. Los ecosistemas marinos dependen de ellos y en la expedición Malaspina se han propuesto conocer su estructura y diversidad a lo largo del planeta.

texto Sergio Montesdeoca. fotos Joan Costa / CSIC

EL BLOQUE 7 del proyecto Malaspina, liderado por Xabier Irigoien, investigador del AZTI-Tecnalia, cuenta en su equipo con Antonio Bode y Maite Álvarez-Ossorio, del Centro Oceanográfico de A Coruña del Instituto Español de Oceanografía (IEO), y María Luz Fernández de Puelles del Centro Oceanográfico de Baleares del IEO. El equipo lo completan investigadores de la Universidad de Cádiz, del CSIC y de las universidades de Las Palmas de Gran Canaria y Oviedo.

El objetivo es conocer la distribución y el papel que tiene el zooplancton en el océano global. Por primera vez, se recogerán muestras de todo del Atlántico, Pacífico e Índico en un periodo de tiempo relativamente breve, los siete meses que dura la expedición Malaspina.

Se obtendrán cientos de muestras que formarán parte de la colección Malaspina, una fotografía a escala planetaria del estado, densidad y diversidad de las comunidades zooplanctónicas de los océanos. Este valioso material se conservará durante décadas para poder ser estudiado por generaciones futuras con técnicas de análisis mejores que las actuales.

La metodología de análisis de las muestras es muy la-

boriosa, ya que requiere especialistas muy cualificados y mucho tiempo de análisis por muestra.

Se utilizarán diferentes técnicas de observación microscópica y de análisis de isótopos estables que permitirán, además de identificar nuevas especies y cuantificar las ya conocidas, conocer de qué se alimentan y qué mecanismos emplean para respirar, lo que permitirá establecer el papel del zooplancton en el control de la comunidad de fitoplancton y, por tanto, conocer el destino de la producción primaria a escala global, y comparar los resultados entre zonas productivas y zonas muy poco productivas del océano.

María Luz Fernández de Puelles, investigadora del IEO y responsable del bloque en la etapa de Auckland a Honolulu, explica que harán especial hincapié en el océano profundo, "que es el menos conocido". Durante la expedición se contará con un novedoso método, patentado por Juan Ignacio González de la Universidad de Cádiz, que servirá para estudiar el plancton a una profundidad récord de 4.000 metros. Se trata de una botella oceanográfica que en su interior lleva una red de plancton y va acoplada a la roseta. Además se ha incorporado una cámara submarina para fotografiar los organismos del fondo y en su medio.



2
3



| 2 | Izando la red de plancton tras realizar un transecto. | 3 | Las redes de plancton se secan al sol.

Gelatinosos

El bloque de zooplancton incorpora en su equipo una sección específica dedicada al grupo de organismos conocidos como gelatinosos y que está compuesto principalmente por medusas y salpas. El objetivo de esta sección es realizar la mayor evaluación global de la diversidad de este tipo de organismos, descifrar sus códigos genéticos, calibrar su contenido en carbono, nitrógeno e hidrógeno, y catalogar nuevas especies. Esta trabajo lo dirigen el doctorando mexicano Axayacatl Molina y su director de tesis y profesor de la Universidad de Oviedo, José Luis Acuña.

Las determinaciones isotópicas

La estructura trófica del zooplancton se estudiará mediante el empleo de isótopos estables, técnicas de las que son res-

- |4| Vaciado el contenido de las red de plancton.
 |5| Frasco de muestras de la expedición.

ponsables los investigadores del IEO. Los isótopos estables son átomos del mismo elemento pero con pesos diferentes. A partir del estudio de las proporciones de los isótopos del carbono en el zooplancton es posible determinar cuál fue su fuente de materia orgánica.

Una composición rica en isótopos pesados suele indicar que su origen es terrestre, mientras que una menor cantidad de éstos indica una procedencia marina. Así, en las zonas costeras, es posible distinguir si el zooplancton utiliza preferentemente materia orgánica originada en el continente o si prefiere la que produce el fitoplancton.

La relación de los distintos grupos tróficos se puede estimar a partir de la abundancia de los isótopos más pesados del nitrógeno, ya que se acumulan progresivamente y de forma constante entre cada nivel y su inmediatamente superior, como por ejemplo, entre consumidores primarios y secundarios. Esta característica es especialmente útil en el caso de organismos que consumen presas de distintos niveles tróficos, es decir, los omnívoros. Antonio Bode, investigador del IEO y responsable de estas medidas, explica que “el nitrógeno es un elemento limitante de la producción primaria y componente estructural en las proteínas. Esto hace que exista, en general, una acumulación diferencial del isótopo más pesado, el ^{15}N , mientras que el más ligero, el ^{14}N , se libera de forma preferente en los productos de excreción como el amonio y la urea”.

A partir de la composición isotópica del zooplancton será posible deducir la importancia que tiene en la producción biológica en las grandes regiones del océano, el valor del aporte de nutrientes de las capas profundas mediante procesos de afloramiento y los aportes desde los continentes. También se podrá estimar la importancia de la fijación biológica de nitrógeno atmosférico en el océano subtropical, donde hay poco aporte de nitrógeno desde los continentes o del océano profundo.

Este estudio continuará al finalizar Malaspina, para seguir añadiendo medidas a las ya realizadas por la expedición y por otras campañas anteriores, y permitir comprender mejor el papel del zooplancton en todos los mares y océanos. Antonio Bode ya está ultimando los preparativos para realizar medidas en la zona subártica del Atlántico, en el marco del proyecto europeo EURO-BASIN. “Estas medidas completarán las realizadas en Malaspina al incluir una de las zonas en las que los efectos del cambio climático están siendo más intensos”, adelanta el investigador. •



4
5



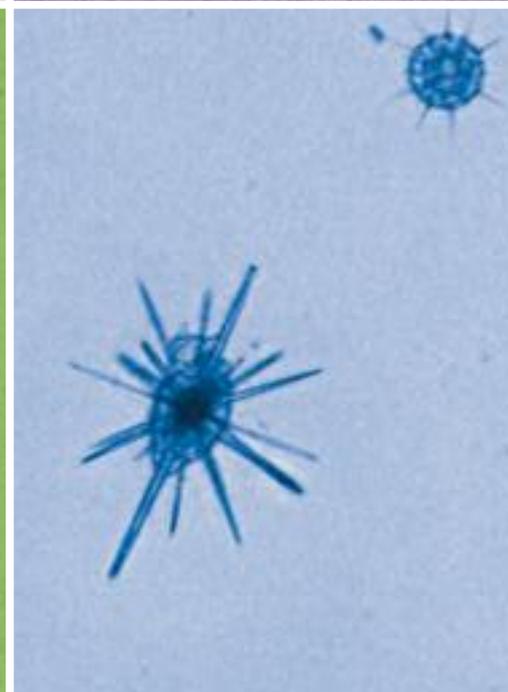
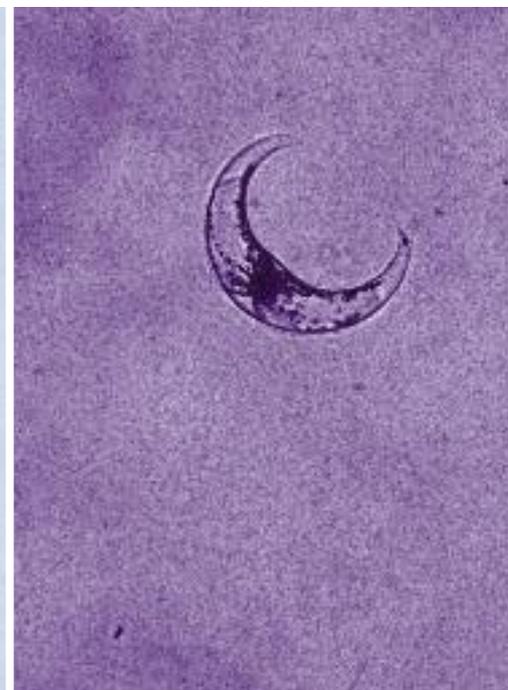
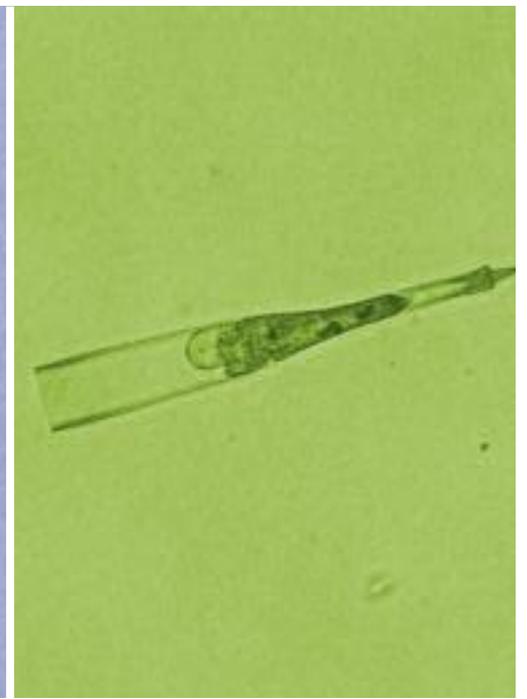
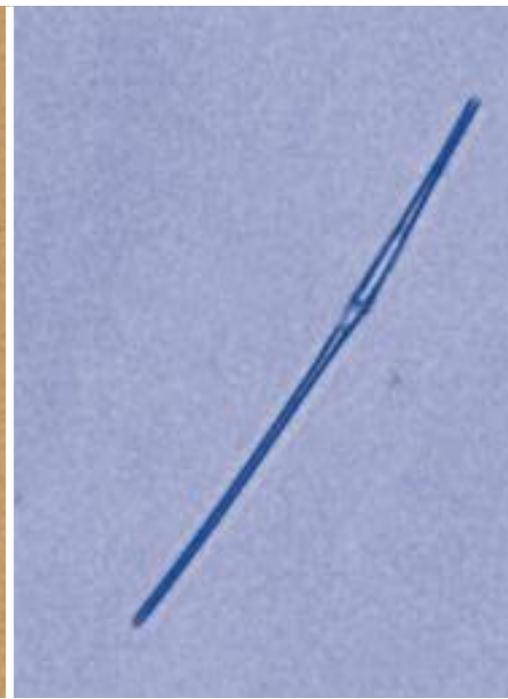
LA DIVERSIDAD DEL PLANCTON A TRAVÉS DE LAS PROPIEDADES ÓPTICAS DEL AGUA DE MAR

LOS COLORES DEL OCÉANO

El mar no es de un único azul, aunque a simple vista pueda parecerlo. Las diferentes especies del fitoplancton presentan una amplia gama de pigmentos, cada uno de ellos destinado a absorber la luz del sol en un rango determinado de longitudes de onda. La intensidad y calidad lumínica que llega a cada punto del océano determinará los pigmentos más eficaces para realizar la fotosíntesis en ese lugar, el cual adquiere su particular tonalidad, dibujada por unas particulares especies de microalgas.

texto Raúl Ruiz
fotografías Pilar Rial

Collage: Muestra de imágenes de fitoplancton, principalmente dinoflagelados, realizadas durante el transecto Río de Janeiro-Ciudad del Cabo mediante microscopio invertido.





| 1 | Red de arrastre vertical de 40 μm . Utilizada para recoger muestras de plancton desde 200 metros hasta superficie, para la colección MALASPINA. | 2 | Botella Niskin utilizada para recoger la muestra de superficie. | 3 | Rampa de filtración.

EL ESTUDIO de la relación entre las condiciones físicas de la luz y el fitoplancton es el núcleo del bloque denominado *Óptica oceánica y fitoplancton* de la expedición Malaspina. En dicho bloque, el número cinco, coordinado por la investigadora del IMEDEA Susana Agustí, participan Francisco Rodríguez y Mikel Latasa, de los centros oceanográficos de Vigo y Gijón, respectivamente, del Instituto Español de Oceanografía (IEO). Se están estudiando, por un lado, parámetros físicos relacionados con el color del agua y su transparencia a la radiación solar, y por otro, la penetración de los rayos ultravioleta en el océano y sus efectos sobre el plancton debido a los cambios en la capa de ozono pasados y futuros. También se realizan medidas biológicas relacionadas con el fitoplancton, donde el IEO interviene específicamente, centrándose en sus pigmentos y en utilizar la diversidad de dichos pigmentos fotosintéticos para caracterizar su composición. Se intenta diferenciar grupos de fitoplancton y estimar en qué zonas del océano abundan los de mayor o menor talla. Todo mediante un estudio de la composición de estas moléculas, capaces de absorber determinadas longitudes de onda de la luz solar, y de este modo determinar si la estructura de cada grupo de microalgas varía dependiendo de la masa de agua oceánica donde habite.

El estudio, que se desarrolla a bordo del buque oceanográfico Hespérides, tiene marcadas 156 estaciones, donde se están realizando paradas a lo largo de su recorrido para tomar muestras de diferentes masas de agua. En cada una de ellas los investigadores y técnicos del grupo de trabajo recogen ocho muestras de agua, cada una a profundidades diferentes, seis niveles en total, aunque la meteorología adversa puede dificultarlo. De este modo, el grupo que estudia el fitoplancton está sumando, a lo largo de los siete meses que dura la expedición, casi

1.250 muestras, que se analizarán en el Centro Oceanográfico de Gijón del IEO cuando la campaña concluya. Unas 1.700, si sumamos las que se estudiarán en el propio barco.

Esta es una labor que Pilar Rial, técnico del Centro Oceanográfico de Vigo del IEO y participante del bloque, conoce muy bien. Ella ha recorrido con el Hespérides el segundo tramo del viaje: de Rio de Janeiro hasta Ciudad del Cabo. “Cada día hay una estación donde se toman muestras de fitoplancton, zooplancton y neuston. Nosotros nos encargamos de la toma de muestras de agua y de su filtración para la determinación de pigmentos fotosintéticos”.

En cada estación se sigue una misma rutina para todas las recogidas de muestras. Lo primero es bajar una roseta con botellas oceanográficas programadas para cerrarse y recoger agua a la profundidad deseada. La roseta incorpora una serie de sensores, capaces de medir diferentes parámetros y cuya información, transmitida al barco de forma inmediata, sirve para decidir las profundidades más interesantes para el muestreo. En cada profundidad elegida se recoge un litro y medio de agua que, a bordo del buque, se concentra en un filtro de fibra de vidrio. Este filtro se congela a 80 grados bajo cero y se almacena en el barco hasta que finaliza la campaña. Llegado este momento, se procederá a transportar todas estas muestras hasta los laboratorios del Centro Oceanográfico de Gijón del IEO para analizarlas allí.

La roseta es capaz de medir parámetros fundamentales, como la salinidad del agua, la concentración de oxígeno, temperatura, etc. Sin embargo, en este caso, la variable más importante, aquella a la que el equipo debe prestar especial atención para decidir dónde tomar las muestras, es la fluorescencia, una medida indicadora de la presencia de organismos fotosintéticos y que, por tanto, alerta de la presencia de fitoplancton.



1 2
3



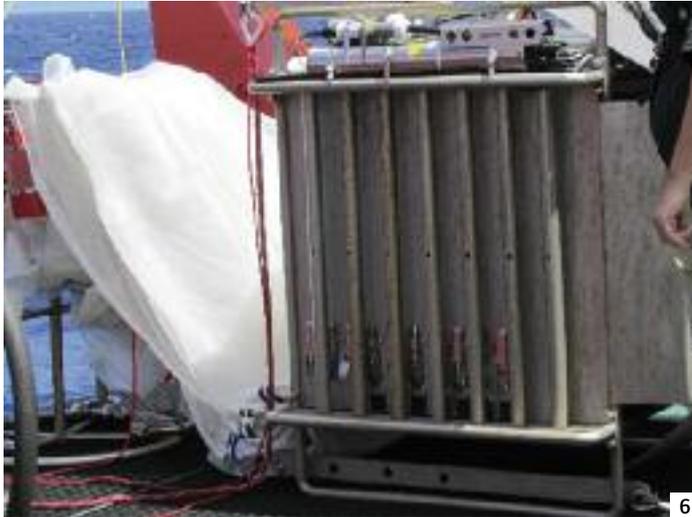


4

5



|4| Sala de microscopios. |5| Patín de neuston, empleado en arrastre horizontal para recogida de plancton en superficie. |6| Multinet empleada para arrastres verticales en la toma de muestras de fitoplancton y zooplancton a diferentes tramos de profundidad. |7| Espectrofotómetro utilizado para cuantificaciones. |8| Roseta oceanográfica, el alma de la expedición.



6 7



8

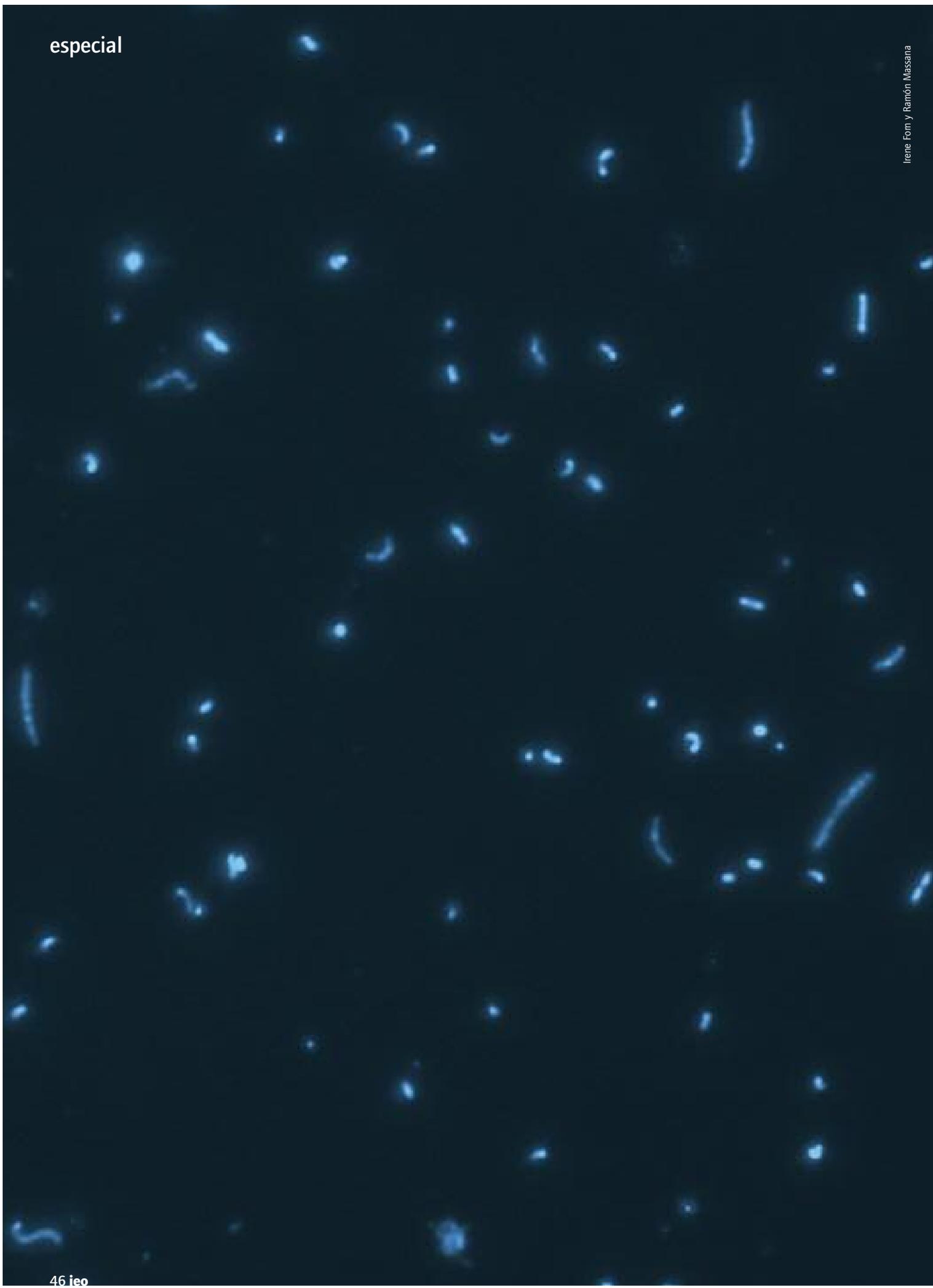


Parte de la información de esas muestras de agua filtrada se analiza en el barco, mediante un fluorímetro, un instrumento que mide la concentración de clorofila. La función de este análisis es contrastar las medidas en continuo de este pigmento obtenidas con el sensor de la roseta.

El trabajo posterior de análisis de las muestras almacenadas, en los laboratorios del Centro Oceanográfico de Gijón del IEO, puede durar unos cuatro meses, a un ritmo de 10 muestras analizadas cada día. Mikel Latasa y Francisco Rodríguez serán los encargados de completar esta labor y procesar después las muestras. Utilizarán una técnica denominada cromatografía líquida (HPLC) para el análisis de las muestras, lo que permitirá cuantificar entre 30 y 50 pigmentos distintos de clorofilas y carotenoides.

A partir de estos datos de concentraciones y distribuciones de pigmentos fotosintéticos, se determinará la diversidad taxonómica del fitoplancton durante el trayecto estudiado. Esto será posible gracias a las bases de datos generadas en todo el mundo sobre la composición pigmentaria de los diferentes grupos de fitoplancton, que servirán de base para interpretar las muestras obtenidas en Malaspina.

La función de Francisco Rodríguez y Mikel Latasa en esta parte del Proyecto Malaspina comenzó antes de que el buque Hespérides zarpara el pasado 13 de diciembre desde Cartagena. Los dos investigadores participaron en todas las reuniones en tierra, previas al embarque, que han servido para organizar los trabajos y coordinar las acciones que el grupo está llevando a cabo, y que hoy continúan. •



BACTERIAS EN EL OCÉANO PROFUNDO

El 80 por ciento de la biosfera de todo el planeta se encuentra a oscuras, a más de 200 metros bajo la superficie del océano. La ausencia de luz, al contrario de lo que pudiera parecer, no es un obstáculo para la vida sino una oportunidad para el desarrollo de una variedad asombrosa de procesos enzimáticos, mediante los cuales obtener energía. Solo hay descritas 200.000 de los más de 2 millones de especies que se estima que habitan los fondos del océano, y las bacterias heterótrofas, aquellas que degradan la materia orgánica, representan una buena parte de esta cifra.

texto Raúl Ruiz

Fotografía de bacterias marinas obtenida por microscopía de epifluorescencia. Cada una mide unas 0,8 micras

| 1 | Laura Díaz Pérez analizando muestras de picofitoplancton (las algas planctónicas más pequeñas, menores de 2 micrómetros de diámetro) en el citómetro de flujo del Centro Oceanográfico de Gijón del IEO. Xosé Anxelu / IEO. | 2 | Extracción de muestras de agua de la roseta oceanográfica. J.M. Gasol

EN LA OSCURIDAD

del océano la vida se reinventa y multitud de microorganismos desarrollan procesos insólitos, de los que sabemos muy poco.

La importancia de las bacterias en el océano bien vale un bloque en la expedición Malaspina. El bloque seis, denominado *Microheterótrofos*, pretende desvelar algunos de sus secretos y mejorar el conocimiento que existe sobre la microbiología de las profundidades oceánicas, investigando zonas donde la comunidad científica nunca antes se había adentrado ni sumergido. A pesar de que el 70 por ciento de la biomasa de microorganismos marinos se concentra por debajo de los 200 metros de profundidad, apenas se conoce su diversidad ni los factores que regulan su actividad.

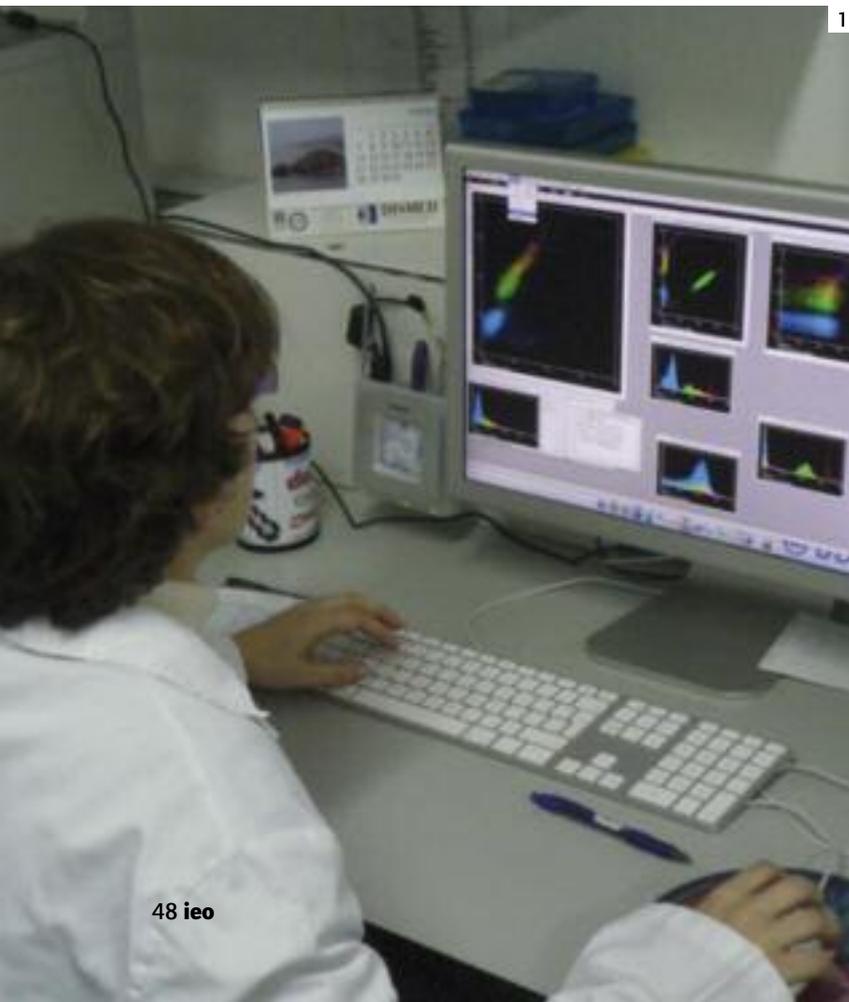
A cargo de la investigación está un grupo formado por ecólogos microbianos de diversas instituciones españolas: el CSIC, coordinador del bloque, el Instituto Español de Oceanografía (IEO) y las universidades de Vigo, País Vasco, Las Palmas de Gran Canaria, La Laguna y Granada.

Desde el IEO, investigadores, técnicos y becarios participan en los seis tramos en los que se divide la circunnavegación Malaspina. Xosé Anxelu Gutierrez Morán, investigador del Centro Oceanográfico de Gijón del IEO, juega un importantísimo papel en este equipo y su implicación comenzó antes de la partida del buque Hespérides. Xosé Anxelu, junto a Josep María Gasol, investigador del Instituto de Ciencias del Mar del CSIC, fueron los encargados de diseñar parte de las actividades y experimentos que se llevarían a cabo a bordo, y han supervisado la preparación del material necesario para la obtención de las muestras correspondientes. Cuando la circunnavegación termine, ambos científicos serán los encargados de elaborar una base de datos de abundancia, biomasa y actividad de procariotas heterótrofos de todas las estaciones biológicas que se muestrearán a lo largo del proyecto.

Trabajo a bordo

Marta Varela, del Centro Oceanográfico de A Coruña del IEO y una de las investigadoras principales del bloque, ha vivido el Hespérides desde dentro, permaneciendo a bordo en su tramo por el océano Índico, desde Ciudad del Cabo, parando en el puerto australiano de Perth, hasta Sidney. Junto con Eva Teira, investigadora de la Universidad de Vigo, tratan de determinar la abundancia relativa de los dos grupos dominantes de microorganismos procariotas: las bacterias y arqueas. Para ello se sirven de técni-

ESTE BLOQUE PRETENDE INVESTIGAR LA MICROBIOLOGÍA DE LAS PROFUNDIDADES OCEÁNICAS, EN ZONAS DONDE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA NUNCA ANTES SE HABÍA ADENTRADO NI SUMERGIDO





2

cas como la hibridación *in situ* fluorescente (FISH), que utiliza sondas marcadas con colorantes fluorescentes para poder identificar grupos filogenéticos concretos, o la microautorradiografía (MICRO-FISH), con la que se pueden localizar células activas en la incorporación de diversos compuestos. Combinando estos procedimientos se estudia el papel biogeoquímico de diversos grupos de organismos que habitan las aguas profundas, sobre los cuales la información y los conocimientos escasean.

Laura Alonso Sáez, que estuvo a bordo del Hespérides durante el segundo tramo, que empezaba en Río de Janeiro y terminaba en Ciudad del Cabo, ya ha vuelto al Centro Oceanográfico de Gijón del IEO, donde desarrolla su contrato Juan de la Cierva. La jornada de los microbiólogos comenzaba muy temprano. “A las cinco de la ma-

ñana lanzábamos por primera vez la roseta hasta los 4.000 metros de profundidad y volvía a superficie cinco horas después”, explica Laura. Una vez vaciadas las botellas, se volvía a lanzar la roseta, esta vez hasta los 200 metros de profundidad, y una hora después estaba de nuevo a bordo. “Cada día se muestrea una estación, salvo que las condiciones meteorológicas lo impidan”, algo que nunca ocurrió mientras Laura estuvo embarcada.

Las muestras se obtienen diariamente. Algunas se congelan en el barco para luego procesarse en los laboratorios en tierra al terminar la campaña, mientras que con otras se llevan a cabo medidas a bordo, desde estimar la abundancia de diversos organismos hasta estudiar sus actividades enzimáticas para ver, entre otras cosas, qué tipo de compuestos degradan. •



1

Notas sobre la multidisciplinar expedición Malaspina (1789-1794)

España envió un total de 63 expediciones científicas a América y Filipinas durante el siglo XVIII, nueve de ellas de gran envergadura, que aportaron a la ciencia un enorme caudal de información. Mayoritariamente fueron de carácter multidisciplinar, pues en la época ilustrada no existía todavía la especialización, y aunque el científico demostraba mayor interés y dedicación por alguna parcela del conocimiento, no descuidaba el resto, pues todo le interesaba en su afán enciclopédico.

texto Juan Pérez de Rubín. Investigador del IEO-Málaga. Vicecomisario de la 'Exposición Malaspina'.

| 1 | "La Atrevida navegando en la Antártida el 28/1/1794". Óleo contemporáneo de E. Arriaga (1922-2009).

| 2 | Preparación de seres marinos para un Gabinete de Historia Natural del siglo XVIII.

ESTAS EXPEDICIONES han resultado generalmente inclasificables, salvo raras excepciones, tales como las estrictamente astronómicas. Las demás estudiaron y analizaron virtualmente de todo, por ejemplo, la denominada Expedición Botánica a Perú y Chile (1777-1787), que además de plantas, recogió aves, peces, conchas de moluscos, metales (oro, plata y cobre), y hasta utensilios de los indios.

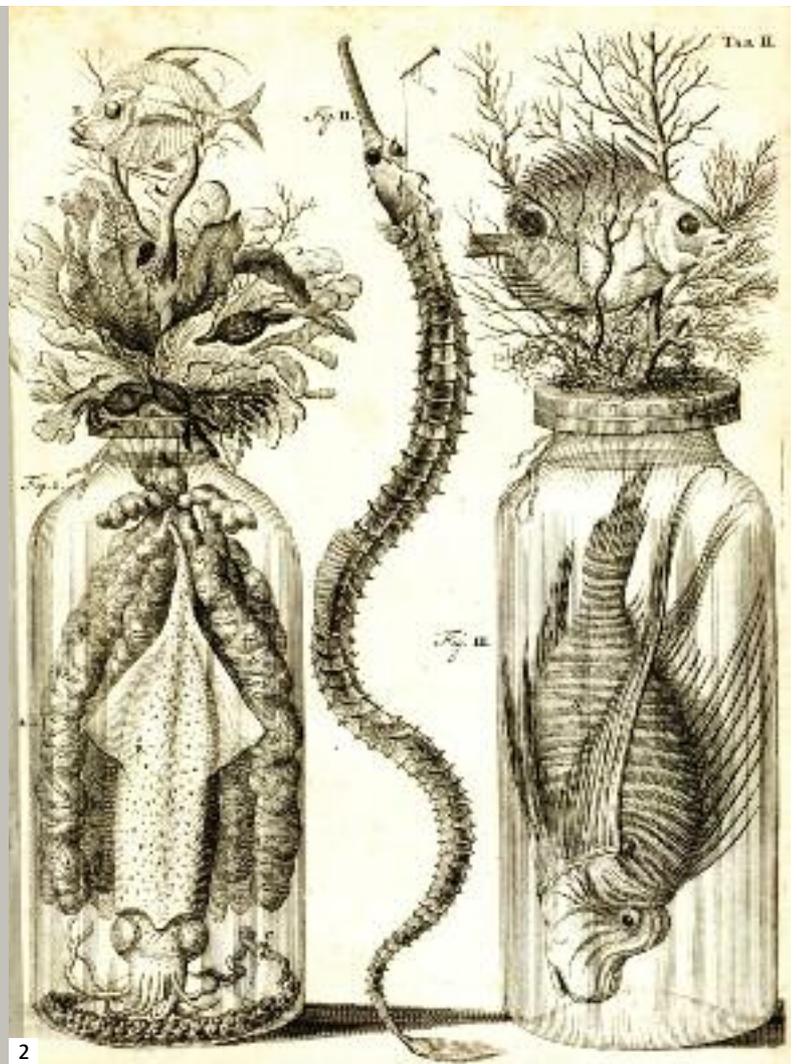
El volumen global de los recursos y de los esfuerzos empleados por el Estado español en el llamado siglo de las luces está aún por cuantificar suficientemente. En palabras del gran naturalista y explorador A. von Humboldt (1769-1859):

"Ningún gobierno europeo ha sacrificado sumas tan considerables como las que ha gastado España para adelantar el conocimiento de la Naturaleza (...). La investigación realizada durante 20 años en el nuevo continente no sólo ha enriquecido los dominios de la ciencia con más de 4.000 nuevas especies de plantas, sino que ha contribuido también grandemente a la difusión del gusto por la historia natural entre los habitantes del país".

Un proyecto global para los territorios ultramarinos

A finales del siglo XVIII las colonias españolas en el continente americano todavía se extendían desde California hasta el cabo de Hornos, y comprendían la mayoría de las islas de las Antillas, toda América Central y Sudamérica (excepto Brasil, la Patagonia y Tierra del Fuego) y casi un tercio del actual territorio de los Estados Unidos de Norteamérica.

Para la metrópoli, una de las mayores necesidades era la actualización de las principales cartas náuticas y de los planos de los puertos de mayor interés político-comercial. Con este objetivo principal, Alejandro Malaspina (1754-1810) presentó en septiembre de 1788 su proyecto de circunnavegación de carácter científico y político, en el que se proponía la participación de su compañero José Bustamante Guerra (1759-1825), también capitán de fragata de la Real Armada. Sería la última gran expedición científica española del siglo XVIII, y la única que estudiaría detalladamente la Tierra del Fuego, las islas Malvinas y las llamadas islas Aurora (hoy Shag Rocks). Tras la aceptación de Carlos III, comenzaron los preparativos y se encargó una nutrida colección de libros extranjeros de historia natural (cerca de sesenta títulos sobre

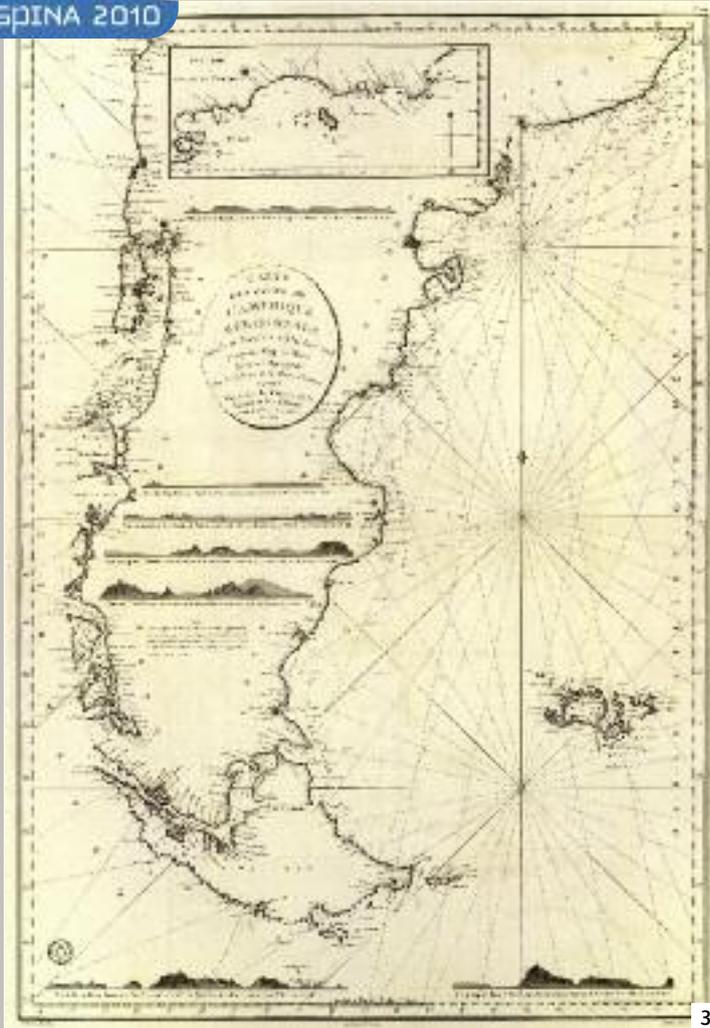


PARA LA METRÓPOLI, UNA DE LAS MAYORES NECESIDADES ERA LA ACTUALIZACIÓN DE LAS PRINCIPALES CARTAS NÁUTICAS Y DE LOS PLANOS DE LOS PUERTOS DE MAYOR INTERÉS POLÍTICO-COMERCIAL

zoología, botánica y mineralogía) y los instrumentos científicos más modernos, cuya esmerada construcción se encargó a reconocidos fabricantes de Londres y París. Incluyeron una completa colección de instrumental meteorológico y oceanográfico. Éste, para realizar mediciones precisas de la temperatura y salinidad del agua marina, incluía termómetros, aerómetros y una balanza hidrostática portátil.

Inicialmente, el objetivo principal para el primer año era el de los estudios hidrográficos, con múltiples levantamientos cartográficos de las costas de las posesiones españolas en América. Siguiendo en importancia, las informaciones políticas y sociales de los virreinos, así como el conocimiento detallado de los ricos y deslumbrantes recursos naturales coloniales.

Contaron con las corbetas gemelas Atrevida y Descubierta (y dos goletas), recorriendo durante 62 meses el continente americano, Australia y las islas Marianas y Filipinas;



para alcanzar sus objetivos científicos y políticos. Finalmente, los estudios realizados fueron muy variados y completos: arqueológicos, lingüísticos, hidrográficos y de ciencias naturales (botánicos, zoológicos y mineralógicos) y estuvieron acompañados de una importante labor gráfica en aspectos etnológicos, paisajísticos y urbanos. Participaron más de 200 hombres, entre los que se incluían varios hidrógrafos militares de la máxima cualificación, tres naturalistas y seis pintores y dibujantes artísticos (Véase ficha técnica anexa).

Los oficiales hidrógrafos

Uno de los ambiciosos objetivos encomendados a la expedición era la corrección de la cartografía hidrográfica de las dilatadísimas costas hispanoamericanas y levantar mapas fiables del inmenso Pacífico (el lago español). Trazaron derroteros y cartografiaron los perfiles de las costas visitadas, recopilaron noticias y datos sobre el estado del comercio en todos los puertos del Mar del Sur; y consiguieron demostrar la falsedad de la existencia del mítico Paso del Noroeste. El cartógrafo Felipe Bauzá también se encargó de la realización de abundantes e importantes observaciones astronómicas de gran precisión, siendo Dionisio Alcalá Galiano el principal oficial astrónomo de la expedición. Otros marinos militares se encargaron de las experiencias prácticas para la determinación de la velocidad y dirección de las co-

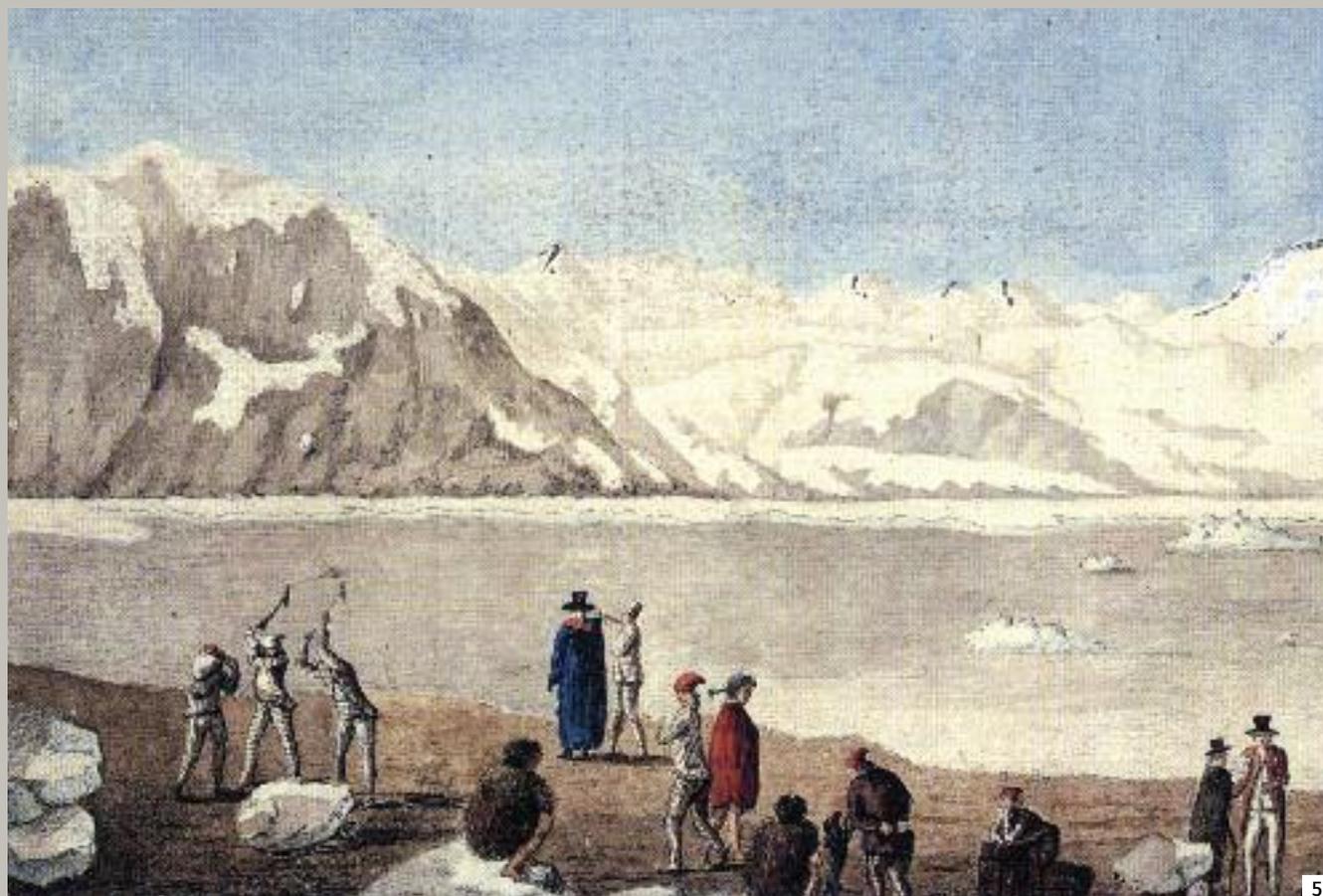
rientes marinas y Antonio Pineda, el oficial naturalista, llevó a cabo las mediciones intermitentes de la temperatura y salinidad del agua durante las travesías. Se consiguió la publicación de la mayor parte de los trabajos cartográficos realizados, a diferencia de los resultados de las restantes especialidades científicas, que permanecieron inéditos por el procesamiento del jefe de la expedición.

Los naturalistas

Los estudios de ciencias naturales estaban dirigidos por el mencionado Antonio Pineda, oficial de infantería nacido en Guatemala de padres españoles, perito en los campos de la física y las tres ramas de la historia natural (fauna, flora y gea). Hasta su fallecimiento en 1792, cuando exploraba en la isla de Luzón, contó con la colaboración del botánico francés naturalizado español Luís Néé (ayudante y segundo naturalista) y el checo Tadeo Haenke. Éste tampoco regresaría a Europa, pues continuó sus exploraciones por Perú y Bolivia, falleciendo en este último país en 1817.

En las investigaciones en ciencias naturales el equipo científico seguía las directrices de un texto metodológico redactado expresamente para la expedición por el religioso naturalista Lázaro Spallanzani (1729-1799). Mientras que para la identificación taxonómica de las especies habían embarcado numerosos textos de historia natural en diferen-

| 3 | Mapa realizado a bordo la expedición. | 4 | Una muestra de las imágenes artísticas de peces (Museo Naval). | 5 | Los expedicionarios en el Puerto del Desengaño (Museo Naval).



5

tes idiomas, que incluían los cinco monográficos sobre peces más reconocidos de la época (las ictiologías de Artedi, Willughby, Brouset, Govan y Commerson).

A pesar del fallecimiento temprano de Pineda, éste pudo realizar múltiples explicaciones zoológicas (descripciones externas y de características anatómicas y fisiológicas) y antropológicas, junto con un completo inventario faunístico de América y Asia, que comprende cerca de 540 especies, principalmente aves (357) y peces (124), aunque también incluye mamíferos, anfibios e insectos (con las medusas marinas incluidas en el grupo linneano de los vermes). Igualmente realizó numerosísimas anotaciones sobre las variadas observaciones científicas y experiencias prácticas que realizó sobre múltiples aspectos físicos y químicos que le interesaron, aparte de las citadas mediciones de la temperatura y salinidad del agua marina: velocidad del sonido, registros barométricos, análisis de aguas minerales, observaciones mineralógicas, etc.

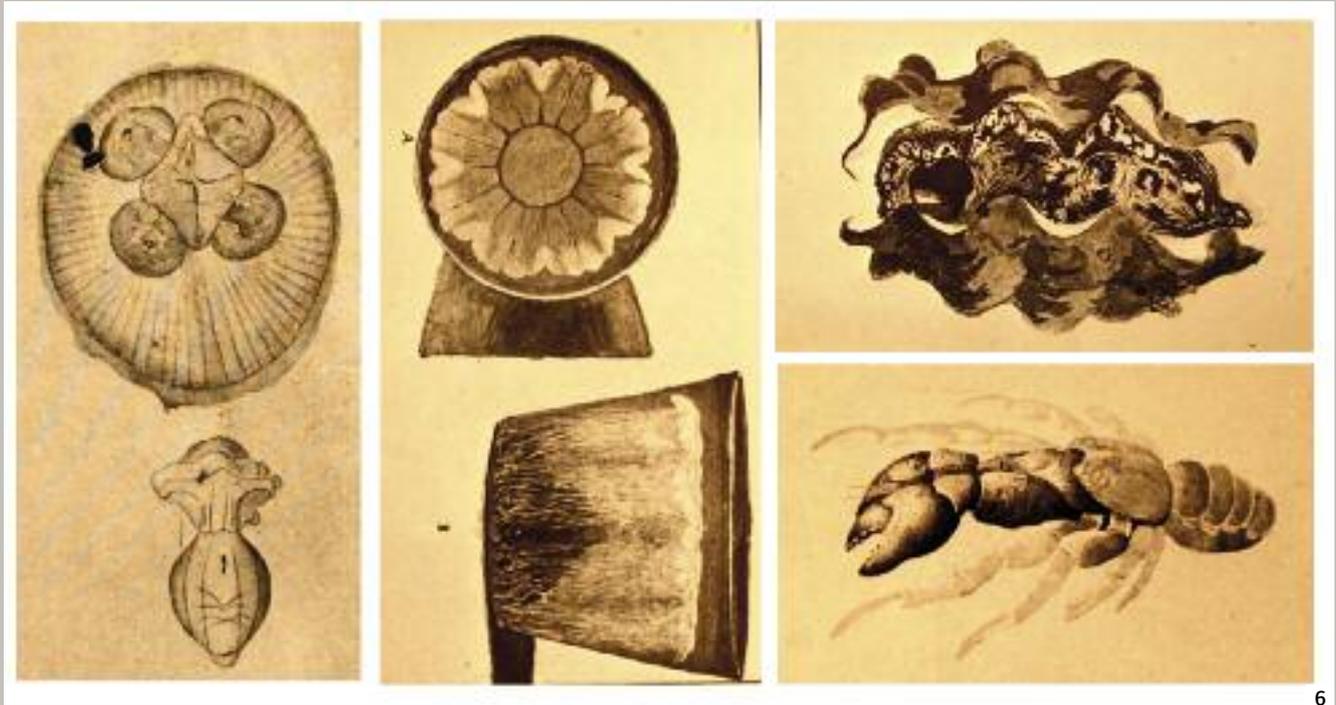
El trabajo cotidiano de los expedicionarios

Durante los largos períodos de embarque, la monotonía se rompía con la pesca ocasional de los marineros y la obtención de ejemplares aptos para los artistas, que dibujaron peces y medusas durante la travesía. Una vez en tierra, los artistas acompañaban a los recolectores de ejemplares de

A PESAR DEL FALLECIMIENTO TEMPRANO DE PINEDA, ÉSTE PUDO REALIZAR MÚLTIPLES EXPLICACIONES ZOOLOGICAS Y ANTROPOLÓGICAS, JUNTO CON UN COMPLETO INVENTARIO FAUNÍSTICO DE AMÉRICA Y ASIA

interés científico, teniendo que realizar largas marchas a pie cargados con sus equipos y útiles de dibujo.

El ritmo de trabajo era agotador (se levantaban al amanecer y no siempre se hacía una pausa para el almuerzo) y todos los expedicionarios debían estar acompañados de una gran fortaleza física y psíquica, y mentalizados para dormir en tiendas de campaña, barracones de madera y paja, o en algún tipo de pequeña embarcación. Aparte de las cualidades técnicas de los artistas, también se valoraba su constitución, como constata el informe para la selección del pintor andaluz de perspectiva José del Pozo: “De muy buena educación, algún caudal de geometría y una grande robustez”. Un caso destacable fue el de su paisano José Cardero, que embarcó como simple marinero y tras un período de formación artística a bordo acabó siendo un destacado ilustrador.



6

Las dificultades artísticas con los peces

A pesar de la gran riqueza de colores y formas de la fauna ictiológica, particularmente en las aguas tropicales y subtropicales, un pez arrastrado fuera del agua se transforma rápidamente, dejando de ser un animal elegante, airoso y de gran colorido, para convertirse en un cuerpo pardo y fofo. Para los artistas que trataban de pintar sus modelos con la mayor minuciosidad, debía resultar frustrante el ver cómo cambiaban de color los individuos mientras trabajaban. Para superar este problema, debían trabajar con rapidez y retener los matices más sutiles en la memoria, especialmente en los trópicos, donde el calor húmedo acelera la degradación de los organismos muertos. En muchos casos, la única solución era ir obteniendo una sucesión de ejemplares mientras los anteriores perdían sus colores.

La documentación científica conservada

La ingente información generada, durante los preparativos y el desarrollo de la expedición, se custodia principalmente en Madrid, repartida entre los archivos del Real Jardín Botánico y de tres museos: Naval (cerca de 5.000 documentos), Nacional de Ciencias Naturales y de América. Aparte de la muy voluminosa documentación sobre cartografía (421 cartas náuticas) y observaciones astronómicas, se conservan más de 820 dibujos y acuarelas, en su mayoría sobre plantas (unos 300), siguen en número los retratos y vistas o paisajes, y con bastante diferencia los de animales. Con respecto a la antropología, los dibujos y retratos plasmaban las vestimentas, los adornos, las costumbres y los bailes de los naturales.

Lamentablemente, una parte de dicho material gráfico

acabó en el extranjero, pues fue vendido por los herederos de uno de los expedicionarios y actualmente se encuentra repartido entre el Museo Británico, la Biblioteca de Sidney y las universidades americanas de Chile, California y Yale.

La restante documentación científica original está registrada en las anotaciones de los Diarios de Navegación de los respectivos buques y en los cuadernos de campo personales que cumplimentaban diariamente los expedicionarios, y que algunos de ellos acompañaban con amenas ilustraciones personales más o menos detalladas.

Tras el regreso de la larga expedición se iniciaron rápidamente las complejas labores organizativas para la publicación de los múltiples resultados científicos obtenidos, aunque, a causa de una vergonzosa conspiración política, únicamente llegaron a ver la luz los trabajos hidrográficos. En efecto, tras acusar al válido Godoy a Malaspina de defensor de ideas sediciosas y conspiración, fue encarcelado en noviembre de 1795 e incautados todos los documentos, científicos y administrativos, generados durante el periplo. Desterrado finalmente a Italia, falleció en 1810.

Coincidiendo con el segundo centenario del fallecimiento del artífice de aquella memorable expedición ultramarina se ha organizado el denominado Proyecto Malaspina 2010, que incluye una gran Exposición multidisciplinar que se inaugurará en el Real Jardín Botánico de Madrid en enero del 2012, de la que es comisario Miguel Ángel Puig-Samper. •

NOTA: parte de La información incluida en este artículo procede del libro *Las expediciones científicas españolas en ultramar, siglos XVI-XX* (J. Pérez-Rubín y E. Arriaga, 1995). ISBN: 84-600-9152-X.

FICHA TÉCNICA DE LA EXPEDICIÓN MALASPINA (1789-1794)

OBJETIVOS (doble finalidad científico-política):

- 1) Científicos: realización de investigaciones hidrográficas, cartográficas, astronómicas y naturalísticas.
- 2) Políticos: acrecentar el prestigio nacional, necesitado de hazañas marinas equiparables a las de otros países europeos, así como conseguir información directa sobre el estado interno de las colonias y sobre la penetración e influencia de otras potencias, tales como Rusia e Inglaterra.

BUQUES: dos corbetas gemelas (Descubierta y Atrevida) y dos goletas (Sutil y Mejicana).

JEFES DE LA EXPEDICIÓN: Alejandro Malaspina, comandante de la Descubierta (alias Santa Justa). El segundo jefe de la expedición era José de Bustamante y Guerra, comandante de la Atrevida (o Santa Rufina).

DURACIÓN: 62 meses, del 30/7/1789 al 21/9/1794.

NÚMERO DE PARTICIPANTES: unos 100 hombres en cada corbeta. Oficiales muy preparados, ingenieros, astrónomos, naturalistas y dibujantes; con los instrumentos más precisos para cada especialidad. El escogido número de expertos comprendía:

CARTÓGRAFOS (2): Felipe Bauzá y Juan Gutiérrez de la Concha.

ASTRÓNOMOS (5): Dionisio Alcalá Galiano, Cayetano Valdés, José Espinosa y Tello, Ciriaco Cevallos y el mismo Malaspina.

NATURALISTAS (3): Antonio Pineda (el director del equipo, que falleció en el curso de la expedición), Tadeo Haenke y Luís Néé.

CIRUJANOS (2): Pedro M^º González y Francisco Flores.

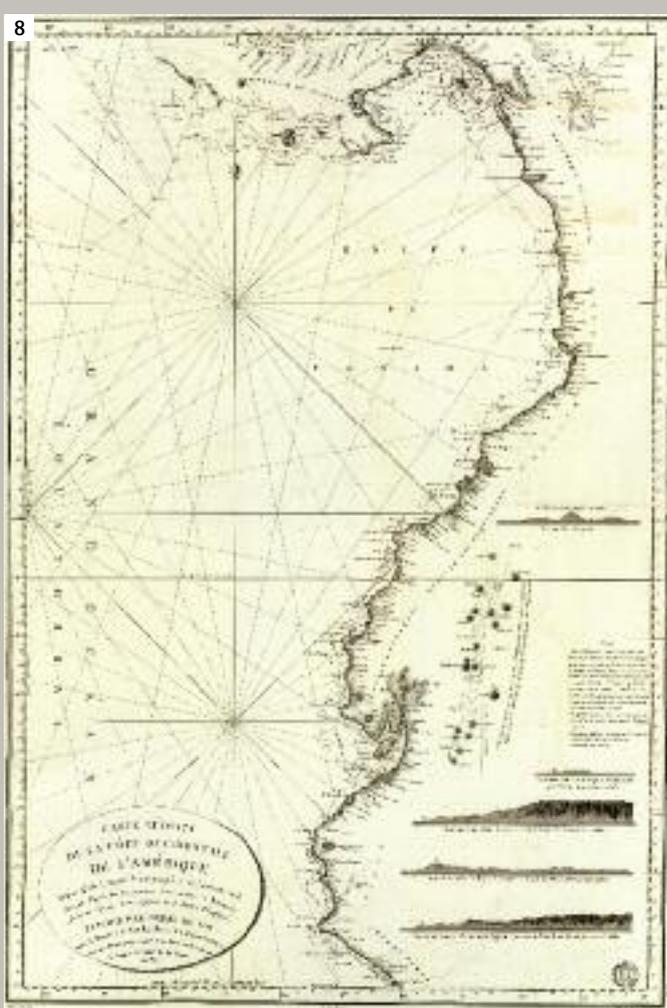
PINTORES Y DIBUJANTES (7): José del Pozo y José Guío (también disecador). Del dibujo técnico se encargó Felipe Bauzá, el director de cartas y planos. En 1791 se incorporaron José Cardero, Tomás de Suría y los italianos Fernando Brambila (también grabador, considerado el mejor de los pintores) y Juan Ravenet.

Nota: los naturalistas A. Pineda y T. Haenke también dibujaron peces (a lápiz, tinta y acuarela), cuyos originales están repartidos entre el Real Jardín Botánico, Museo Nacional de Ciencias Naturales y Museo Naval.

DESARROLLO DE LA EXPEDICIÓN: las dos corbetas se separaron cinco veces en su navegación. Aunque no circunnavegaron finalmente el Globo, recorrieron el Río de la Plata, la costa patagónica, las islas Malvinas, Tierra de Fuego, Chile, Perú, Ecuador, Panamá, Nicaragua, México, California, Estados Unidos, Alaska, Canadá, las islas Marianas y Filipinas, Australia y Tonga (incorporaron la isla de Vavao al dominio español).



7



8

Los investigadores del IEO en Malaspina

El Instituto Español de Oceanografía (IEO) se volcó desde el primer día en la expedición de circunnavegación Malaspina. Tras el CSIC, coordinador del proyecto, el IEO es la principal institución participante. Además de haber invertido más de 700.000 euros en Malaspina, ha involucrado en la expedición a algunos de sus mejores científicos. En total, entre investigadores, técnicos y becarios, participan 47 personas del IEO. Por motivos de espacio es imposible recoger a todos en este especial, por lo que en las páginas siguientes solo aparecen los investigadores oficialmente de alta en el proyecto Consolider-Ingenio MALASPINA-2010.



MARTA ÁLVAREZ
Investigadora del Centro Oceanográfico de A Coruña del IEO

Marta Álvarez (Vigo, 1973) se doctoró en Ciencias del Mar por la Universidad de Vigo en 2002. Ha firmado 21 artículos, publicados en revistas de alto impacto en oceanografía, de los cuales es autora de 10, y ha sido investigadora principal en seis proyectos. Es especialista en la biogeoquímica del CO₂ y actualmente concentra sus esfuerzos en la ampliación y modernización de las capacidades en oceanografía química del centro oceanográfico de A Coruña. “Siguiendo la senda de Alejandro Malaspina: esfuerzo coordinado y sinérgico de las ciencias marinas españolas”; así es como Marta Álvarez define el proyecto Malaspina. Es responsable en la expedición, junto a dos investigadores del CSIC, de las medidas básicas de oxígeno disuelto, pH, alcalinidad y carbono inorgánico total en columna de agua.



MARÍA TERESA ÁLVAREZ-OSSORIO
Investigadora del Centro Oceanográfico de A Coruña del IEO

María Teresa Álvarez-Ossorio (Pontevedra, 1949) se licenció en la Universidad de Santiago en Ciencias Biológicas en 1974, año en el que se incorporó al IEO. Desde entonces se ha especializado en la ecología planctónica y taxonomía del zooplancton. Ha participado en proyectos multidisciplinares en aguas de la plataforma y las rías gallegas, para el conocimiento de la red trófica marina y de relaciones entre variabilidad física y fenómenos biológicos. Ha publicado una treintena de artículos.

“La circunnavegación de la investigación oceanográfica, paradigma de un proyecto integrador”; de esta forma define María Teresa la expedición Malaspina. Su participación es una contribución al estudio de la abundancia y taxonomía de la comunidad zooplanctónica.



ANTONIO BODE

Investigador del Centro Oceanográfico de A Coruña del IEO

Se licenció y doctoró en la Universidad de Oviedo en los años 1982 y 1990 respectivamente. Ha publicado y colaborado en más de 80 trabajos en revistas y monografías de difusión internacional sobre la producción planctónica, en especial sobre los flujos de nitrógeno, y sobre el funcionamiento de las redes tróficas. Ha participado en 24 proyectos de investigación marinas multidisciplinares, regionales, nacionales e internacionales, siendo investigador principal de cinco de ellos. Bode coordina la participación del IEO en la expedición Malaspina y además, participa en el bloque de zooplancton, encargándose del estudio de la composición de isótopos estables de carbono y nitrógeno del zooplancton. Bode asegura que “los resultados de abundancia natural de isótopos estables en el plancton y otros compartimentos permitirán conocer el uso de las distintas fuentes de carbono y nitrógeno en el océano. Hasta el momento no se dispone de un conjunto coherente de medidas que permita estudiar estos procesos en la zona central del océano, la más extensa de todo el océano mundial y precisamente el ámbito que cubre la expedición”.



MARÍA LUZ FERNÁNDEZ

Investigadora del Centro Oceanográfico de Baleares del IEO

Se doctoró en ciencias biológicas por la Universidad Complutense de Madrid en 1986. Durante su licenciatura empezó a trabajar en el IEO de Madrid, donde estuvo dos años. Justo al acabar la carrera se marchó a Japón, a la Universidad de Pesquerías de Tokio, con una beca del Ministerio de Asuntos Exteriores. Cuando volvió del país nipón recaló en el Centro Oceanográfico de Canarias, donde estuvo tres años realizando su trabajo de tesis doctoral sobre el zooplancton. Su contribución en esta expedición “histórica en la oceanografía española”, es la identificación taxonómica y abundancia del zooplancton. Además, coordinará las tareas del bloque en la etapa de Auckland a Honolulu



EUGENIO FRAILE

Investigador del Centro Oceanográfico de Canarias del IEO

Eugenio Fraile (Las Palmas de Gran Canaria, 1976) se doctoró en Ciencias del Mar por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y fue galardonado con el premio extraordinario a la mejor tesis doctoral del área de Ciencias Experimentales por esa universidad, universidad que también le vio licenciarse. Tiene en su haber más de 20 trabajos de investigación en revistas científicas internacionales en algunas de sus especialidades: procesos dinámicos oceánicos a gran escala, oceanografía operacional y series temporales de campos termohalinos. Fraile es el investigador responsable del bloque 2 del proyecto, el bloque de oceanografía física. Como cada uno de los 11 líderes de bloque de Malaspina, Fraile es el encargado de coordinar, previamente y durante las campañas, los trabajos que llevan a cabo los investigadores y técnicos que forman parte del equipo. Para Eugenio Fraile, la expedición Malaspina, representa la “unificación de las ciencias marinas más importante de las últimas décadas”.



XOSÉ ANXELU G. MORÁN
Investigador del Centro Oceanográfico
de Gijón del IEO

Xosé Anxelu G. Morán (Avilés, 1969) se doctoró en Biología por la Universidad de Oviedo en 1999 y desde hace casi diez años trabaja en el IEO en el campo de la oceanografía biológica, centrado en la ecología de los microorganismos y en determinar su papel en los flujos de carbono. En la actualidad estudia el papel biogeoquímico de las bacterias en el contexto del cambio climático.

En la circunnavegación Malaspina es uno de los responsables de estudiar todas las muestras que recoja el equipo del bloque de Microbiología y con ellas elaborar una base de datos de distribución, biomasa y actividad bacteriana. Asegura que este proyecto “dará mucho que hablar y mucho que publicar”. “Es el proyecto más ambicioso que ha tenido la comunidad oceanográfica española”, añade.



JESÚS GAGO
Investigador del Centro Oceanográfico
de A Coruña del IEO

Jesús Gago (Pontevedra, 1970) es licenciado en Química y doctor en Ciencias del Mar. Este oceanógrafo químico tiene como principales temas de investigación la oceanografía de las rías, plataforma y océano adyacente del margen noroeste ibérico atlántico. Ha participado en doce proyectos de investigación, acumulando más de un año de trabajo a bordo de buques oceanográficos en diferentes zonas. Ha participado, bien como autor o coautor, en una veintena de publicaciones en distintas revistas y capítulos de libros. Actualmente se encuentra prestando servicios como experto en la unidad marina de la Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea. Colabora en el proyecto Malaspina en el estudio del ciclo biogeoquímico del nitrógeno y en la determinación de las tasas de fijación biológica de nitrógeno mediante incubaciones con isótopos químicos. Define la expedición Malaspina como “la oceanografía global con sello hispano”.



MIKEL LATASA
Investigador del Centro Oceanográfico
de Gijón del IEO

Mikel Latasa (Bilbao, 1963) se doctoró en Biología en 1991 por la Universidad de Barcelona. Desde entonces Mikel Latasa se ha especializado en la investigación del papel ecológico y los ciclos biogeoquímicos de los grupos de fitoplancton marino. Al respecto, ha publicado alrededor de 50 artículos en revistas y además ha sido coordinador de 2 proyectos y liderado otros 8.

En el mar, suma más de 20 campañas oceanográficas en prácticamente todos los océanos del mundo. En Malaspina participa en el bloque de óptica y fitoplancton, el bloque 5. En su opinión, la expedición “trazará una línea de base muy completa con la que comparar investigaciones futuras, lo que permitirá evaluar la evolución del océano en el tiempo”.



ÁNGEL LÓPEZ-URRUTIA

Investigador del Centro Oceanográfico de Gijón del IEO

Ángel López-Urrutia (Gijón, 1954) se doctoró en Biología por la Universidad de Oviedo y es experto en el análisis de los efectos de la temperatura sobre los ecosistemas marinos en el contexto del cambio climático. Pasó por el *Plymouth Marine Laboratory*, donde trabajó entre octubre de 2000 y julio de 2003, fecha en la que comenzó su relación en el IEO en Gijón.

Sus más de 20 artículos científicos han aparecido en revistas de prestigio internacional como *Nature*, *PNAS* o *Ecology*. Está involucrado en la Expedición Malaspina dentro del bloque denominado Integración y Síntesis. Su papel consiste en evaluar mediante técnicas de análisis de datos y modelado el alcance del calentamiento global en los flujos de carbono en el océano, la diversidad biológica y la estructura de las comunidades del océano.

López-Urrutia opina que, gracias a Malaspina, España “es líder en oceanografía, como lo es en fútbol”.



JUAN PÉREZ DE RUBÍN

Investigador del Centro Oceanográfico de Málaga del IEO

Juan Pérez de Rubín (Madrid, 1959) se doctoró en Ciencias Biológicas por la Universidad de Málaga en 1996. Lleva casi 30 años dedicados al estudio de la oceanografía marina. Ha completado alrededor de 20 campañas oceanográficas por todo el litoral peninsular e insular, siendo jefe de expedición en la mitad de ellas.

Además, durante los últimos 17 años de carrera, compagina la investigación con el estudio y divulgación de la historia española en temas de pesquería, expediciones científicas, investigaciones pioneras en oceanografía, etc. Es académico fundador de la Real Academia Española del Mar y tiene en su haber una veintena de artículos divulgativos y varios libros.

De Malaspina remarca su carácter internacional y conmemorativo, describiéndola como “una ambiciosa investigación oceanográfica globalizada que rememora la expedición científica de Alejandro Malaspina y José de Bustamante”. Su labor en este proyecto se centra en la investigación histórica acerca de las aportaciones de las ciencias marinas.



TEODORO RAMÍREZ

Investigador del Centro Oceanográfico de Málaga del IEO

Licenciado en Ciencias Químicas en la Universidad de Málaga, donde también se doctoró en Ciencias. Ha participado en más de 41 campañas oceanográficas, siendo jefe científico en 14 de ellas.

Gran parte de su carrera se ha centrado en el estudio de la variabilidad espacial y temporal en el mar de Alborán y el acoplamiento entre procesos oceanográficos y biológicos y actualmente su trabajo se centra en el estudio de procesos y ciclos biogeoquímicos marinos. Participa en el bloque de biogeoquímica de la expedición Malaspina, realizando actividades encaminadas a profundizar en el conocimiento sobre el ciclo biogeoquímico del nitrógeno en el ecosistema pelágico del océano global. También estudia la posible influencia del cambio climático sobre los procesos de producción nueva, producción regenerada y fijación de nitrógeno en el océano, así como analiza el efecto de los posibles cambios en estos procesos sobre el ciclo global del carbono. Para Teodoro Ramírez este proyecto supone “un hito para la oceanografía y la investigación marina en España”.



FRANCISCO RODRÍGUEZ
Investigador del Centro Oceanográfico
de Vigo del IEO

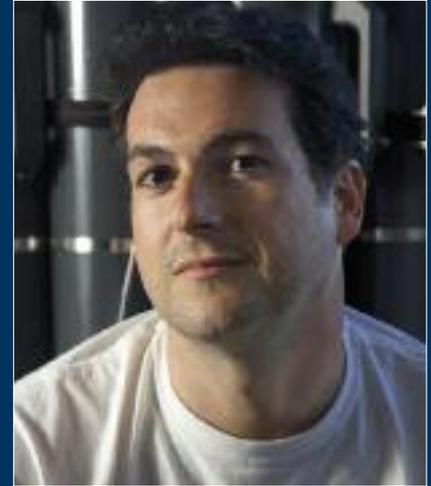
Francisco Rodríguez (Santa Cruz de Tenerife, 1973) es licenciado en Ciencias del mar por la Universidad de Vigo en 1996. Desarrolló su tesis doctoral en el Centro de Investigaciones Marinas de la Xunta de Galicia, donde comenzó su carrera como experto en el estudio del fitoplancton.

En su trabajo doctoral estudió la diversidad del fitoplancton mediante sus pigmentos fotosintéticos, el mismo tema que ahora le une con la expedición Malaspina en el bloque de óptica y fitoplancton. Para Francisco Rodríguez, este proyecto “es la foto de la biodiversidad y el estado actual de la salud de los océanos”.



MARTA MARÍA VARELA
Investigadora del Centro Oceanográfico
de A Coruña del IEO

Marta María Varela (Vigo, 1974) se licenció en Ciencias Biológicas en la Universidad de A Coruña y terminó su tesis doctoral en 2004, en el Centro Oceanográfico de A Coruña. Finalizada la tesis pasó a formar parte del grupo de Oceanografía Biológica del *Netherlands Institute for Sea Research*, donde estuvo dos años. En septiembre de 2005 se incorporó al grupo de Microbiología de la Universidad de A Coruña, en colaboración estrecha con el Centro Oceanográfico de A Coruña, donde ahora es Investigadora Titular. Participa en el bloque 6, el de microbiología. En colaboración con el investigador Gerhard Herndl de la Universidad de Viena, está trabajando para determinar, a través del uso de inhibidores, la importancia relativa de la fijación de carbono inorgánico por los dos grupos principales de microorganismos procaríotas: arqueas y bacterias. “Malaspina es una apuesta sin precedente para comprender el cambio climático y estudiar de la biodiversidad de lo invisible”.



PEDRO VÉLEZ
Investigador del Centro Oceanográfico
de Canarias del IEO

Pedro Vélez (Santa Cruz de Tenerife, 1972) se doctoró en Ciencias Físicas por la Universidad de las Islas Baleares, donde comenzó su carrera investigadora estudiando velocidades no geostróficas en frentes oceánicos. Ha publicado más de 15 artículos en revistas científicas y participado en diversos proyectos nacionales e internacionales relacionados con la variabilidad de la circulación oceánica a larga escala. En la actualidad se encarga de coordinar la participación española en la red de observación oceánica Argo.

Su implicación en Malaspina comenzó en 2006, cuando le propusieron liderar el bloque de oceanografía física. El pasado año recibió una de las prestigiosas becas de investigación Marie Curie para realizar una estancia de dos años en la *Scripps Institution of Oceanography*, y su compañero Eugenio Fraile tomó el mando en Malaspina.

Para Pedro Vélez, esta expedición supone un “ambicioso proyecto de ámbito científico que aborda objetivos a escala global” y además destaca su valor en el ámbito organizativo al “permitir trabajar juntos a muchos grupos de investigación”.



Gregorio Parrilla durante la sesión inaugural del I Encuentro de la Oceanografía Física en España, celebrado el pasado mes de octubre en Barcelona, donde le homenajearon por toda su trayectoria.

Gregorio Parrilla, 40 años dedicados a la oceanografía física

"Siempre he sido una persona de acción"

texto Pablo Lozano

GREGORIO PARRILLA (1944, Las Palmas de Gran Canaria), se licenció en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense de Madrid en 1964. No se doctoró hasta 1994 y hasta 2002 no obtuvo su plaza de investigador titular en el Instituto Español de Oceanografía y, para entonces, ya había sido el primer oceanógrafo físico español en publicar en *Nature*, coordinador de importantísimos proyectos como CANIGO, en el que participaron instituciones de 14 países, y representante en multitud de foros internacionales.

Oceanógrafo español pionero y autodidacta, Gregorio Parrilla fue de los primeros en estudiar en EEUU, primero en traer y usar la batisonda moderna (CTD) en nuestro país y

primero en liderar una campaña oceanográfica transatlántica a bordo del Hespérides.

Comenzó su carrera en el Xauen, un barco de carbón de la Armada, reciclado tras la Guerra Civil, en un país retrasado, y la terminó en barcos como el Hespérides o el Vizconde de Eza, en un país puntero en oceanografía.

¿Cómo ha evolucionado la oceanografía desde que empezó?

Para empezar, no existían estudios académicos sobre oceanografía física en nuestro país y, excepto en Alemania y EEUU, en el resto del mundo tampoco había mucho. Hasta



1 2



| 1 | Primera campaña del IEO en el buque Cornide de Saavedra, en 1972. | 2 | A bordo del Hespérides durante la campaña a lo largo de la sección 24 Norte en 1992.
| 3 | Un buque de guerra convertido en oceanográfico tras la Guerra Civil.

principios de los 70 no entró claramente la oceanografía en el mundo académico, aunque en España hubo que esperar hasta los 80.

Yo estudié física en Madrid, en la Complutense, y entonces lo que había, dentro de la especialidad de geofísica, era un curso cuatrimestral de oceanografía que impartía Seco Serrano, un excelente físico que trabajó en el Instituto, murió muy joven y ha quedado olvidado. Y esa era toda la oceanografía que podía estudiarse en las universidades españolas. En aquella época los oceanógrafos físicos éramos 5 o 6 autodidactas. ¡En toda España! El pasado mes de octubre, en la reunión de oceanógrafos físicos que hubo en Barcelona, éramos más de 200. Así que el salto ha sido brutal.

¿Y de dónde salían los oceanógrafos físicos del instituto?

Autodidactas por completo. Salíamos de las facultades de física y entrábamos al Instituto con una beca. Yo entré en el año 67, y allí recibí unos cursos de oceanografía, que no estaban mal para aquella época. Después, cada uno, con tres o cuatro libros que había, se seguía formando. En aquellos

años, de oceanografía física como tal, podía haber tres o cuatro libros en inglés y alguno más en francés. Hasta finales de los 70 o los 80 no aparecieron libros de referencia en oceanografía física.

¿Cómo recuerda su primera campaña?

Pues muy bien. Siempre me gustó ir de campaña. La primera que hice fue siendo becario y era de pesca. El jefe de campaña fue Miguel Oliver y la hicimos en el Xauen. Era el único barco oceanográfico español que existía, hasta que apareció el Cornide en el 72. Lo llevaba la Marina de Guerra. Era un barco de carbón, un antiguo pesquero transformado en buque de guerra durante la Guerra Civil y luego en oceanográfico cuando terminó. Pero entonces la tripulación continuaba siendo de la Marina e incluso el barco llevaba una ametralladora en la proa.

¿Y la primera de oceanografía física?

La primera campaña de oceanografía física fue durante una estancia en EEUU, en la *Woods Hole Oceanographic Institution* (WHOI). Llegué a EEUU en el 68, y en el 69 se organizaron una serie de campañas en el Mediterráneo, en el golfo de León, en la que intervenía la WHOI, por un lado, también el Instituto de Ciencias del Reino Unido (lo que es ahora el NOC), participaba el Museo de Historia Natural de París, varios equipos italianos... Y había muchos barcos: el Charcot, el Discovery inglés, el Maria Paolina italiano, el Atlantis II, que fue en el que yo iba, y alguno más. Salimos de EEUU sobre el 2 de enero del 1969 y no regresamos hasta tres meses después. La expedición se llamó MEDOC

“MI PRIMERA CAMPAÑA FUE EN EL XAUEN, UN PESQUERO TRANSFORMADO EN BUQUE DE GUERRA Y LUEGO EN OCEANOGRÁFICO. INCLUSO LLEVABA UNA AMETRALLADORA”



3

69 y por primera vez se observó directamente la formación de agua profunda en el Mediterráneo. Esta campaña, junto con la estancia en *Woods Hole*, ha sido la mejor experiencia de mi vida.

No debió ser fácil irse a EEUU en esa época, ¿cómo lo recuerda?

En el 68 me fui a EEUU, con una *Visiting Grant*, se llamaba. Un investigador de la WHOI que se llamaba Arthur Miller había trabajado mucho por el Mediterráneo y había hecho una gran amistad con Nicanor Menéndez que, cuando yo entré en el Instituto, era Jefe del Departamento de Oceanografía Física, además de miembro del Comité de dicha especialidad en la Comisión Internacional para la Exploración Científica del Mar Mediterráneo. De un proyecto, que había sido una gran expedición de la UNESCO en el Índico en el 66, había sobrado dinero y se invirtió en ayudas para la movilidad de jóvenes investigadores. Con una cosa y otra surgió la oportunidad de la estancia en la WHOI. Se la ofrecieron a alguien en el Instituto que no quiso ir, luego me la ofrecieron a mí y me fui con los ojos cerrados.

La WHOI, en aquella época, era, y sigue siendo, uno de los sitios más importantes para el estudio de la oceanografía física. Estuve allí trabajando sobre las masas de agua del océano Índico, de lo cual no tenía ni idea. Pero había tales facilidades de libros, de publicaciones, de acceso a expertos... que te ponías al día rápidamente.

Y qué decir de lo personal... En aquella época estaba Franco en España. Salí de una dictadura, en la que besar a una chica en la calle te costaba ir al cuartelillo, para ir a San Francisco

en plena época *hippie*. Fue el cambio más brutal que yo he tenido en mi vida.

De los nueve proyectos en los que ha participado, ¿cuál recuerda con mayor ilusión?

Como proyecto, el CANIGO, uno de la Unión Europea que empezó en el 96 y terminó en el 99. Estudiamos toda la región Canarias-Azores-Gibraltar. Fue un proyecto que surgió cuando existía el MAST III, la única vez que en la Unión Europea ha existido un programa dedicado a ciencias marinas: el Marine Science and Technology Programme. Sin embargo, la mayoría de proyectos se iban al Mar del Norte; había un proyecto en el Mediterráneo, pero nuestra zona estaba un poco olvidada. Entonces hubo presiones para que se hiciera algo y salió este proyecto. Al principio no parecía gran cosa, pero después, poco a poco, sobre todo gracias a la ayuda de los alemanes de la Universidad de Kiel (lo que es ahora IFM-GEOMAR), se convirtió en un gran proyecto. Por primera vez España coordinaba un proyecto así. Ha sido el más ambicioso y de mayor envergadura que ha tenido España en oceanografía. Fueron 12 millones de euros y 25 instituciones involucradas de 14 países. Hicimos decenas de campañas con el *Thalassa* (las primeras que hizo), con el *Cornide*, con barcos alemanes... se trabajó mucho la zona. Yo fui el coordinador y creo que salió muy bien.

Seguramente, en todas las millas que ha navegado, habrá tenido más de un susto, ¿cuándo ha pasado más miedo?

En la primera campaña que hicimos en el *Cornide* de Saave-

dra, en el 72. La hicimos por el noroeste español y el Cantábrico, y me acuerdo que nos cogió a la altura de Vigo una tormenta tremenda. El barco daba unos bandazos terribles y tuvimos que ir de arribada forzada y entrar en A Coruña. En aquella época el Cornide tenía un camarote para mujeres bastante amplio y, no me acuerdo si había alguna mujer en aquella campaña, pero me acuerdo de que, poco a poco, nos fuimos reuniendo todos en ese camarote. Unos más asustados, otros menos, pero los bandazos eran de tal calibre que desde la cubierta de los camarotes, sobre la principal, se veía el horizonte por encima de los botes salvavidas... Una cosa tremenda, el peor momento que he pasado. Aunque MEDOC 69 también fue muy duro. Como el agua profunda en el Mediterráneo se forma cuando sopla el mistral, que es un viento de 50 nudos, estuvimos meses sufriendolo en continuo. Pero no era tan terrible como lo del Cornide.

¿Y el momento más emocionante?

Emocionante, emocionante, no sé... En los 80, con los proyectos cooperativos que hicimos con la WHOI y otras instituciones de EEUU, hicimos varias campañas en Alborán y Gibraltar y se estrenó el primer CTD español. Lo compré yo y lo usamos por primera vez a bordo del Cornide. No es que fuera emocionante, pero sí muy importante.

Me acuerdo de otro momento en el estrecho de Gibraltar. A mí siempre me ha gustado hacer la guardia de 4 a 8 de la mañana para ver amanecer, y ese día estaba el cielo tan limpio, lleno de estrellas, con una luz aterciopelada... Quizá no fue lo más emocionante que he vivido, pero sí que ha sido un recuerdo que siempre me ha acompañado y que recordaré siempre.

Si tuviera que elegir un artículo entre los más de 40 que ha firmado, ¿con cuál se quedaría?

El de *Nature* en el 94, sin duda. Este artículo fue el fruto de la primera campaña oceanográfica transoceánica que hacíamos en España, la A5, que fue una de las primeras del Hespérides. Tras batallar mucho, conseguí que tanto el IEO como el Plan Nacional financiaran esta campaña, que recorrería la sección 24 Norte desde Canarias hasta Miami. En aquel momento, y hoy día también, es la sección que más veces se había recorrido. Entonces se habían hecho previamente en el 51 y en el 87, así que, de alguna manera, teníamos una referencia de la variabilidad climática en esas aguas. Fue una campaña que yo dirigí, con la colaboración de gente de *Woods Hole* y del AOML de la NOAA. Fue todo un éxito y, gra-



4

“... NOS COGIÓ UNA TORMENTA TREMENDA... DESDE LA CUBIERTA DE LOS CAMAROTES SE VEÍA EL HORIZONTE POR ENCIMA DE LOS BOTES SALVAVIDAS... EL PEOR MOMENTO QUE HE PASADO”

cias a la información que obtuvimos, fui, creo, el primer oceanógrafo físico español que publicaba en *Nature*.

Los años 90 fueron de enorme importancia para la oceanografía en todo el mundo, ¿cómo recuerda esa época?, ¿a qué se debió ese auge?

Ya en los 80 la oceanografía física estaba alcanzando un gran momento y a primeros de los 90 empezó un proyecto que se llamó WOCE (*World Ocean Circulation Experiment*), en el marco del cual realizamos la campaña que comentaba, en la 24 Norte. Se cubrió todo el océano mundial con campañas sistemáticas. Nunca ha habido en el mundo, hasta esa fecha, proyecto oceanográfico más ambicioso que éste. También coincidieron en esta década los programas europeos, que fueron otro impulso sin precedente.

Los 90 fueron muy importantes para la oceanografía española, dimos un salto tanto cuantitativo como cualitativo tremendo. A raíz de todo esto, también España en el Plan Nacional creó un programa de ciencias marinas, en el que el IEO puso una buena cantidad de dinero.

¿Qué supuso el proyecto WOCE para la oceanografía?

Desde ese momento se ha podido estudiar el océano en todas sus escalas de movimiento, desde milímetros hasta mi-

|4| Una de las últimas campañas del Xauen en 1970. |5| El Xauen, único barco que tenía el IEO hasta 1972.



les de kilómetros. No sólo se hicieron campañas transoceánicas y de gran duración, sino pequeñas campañas por todos los rincones, de manera que se obtuvo una resolución de estaciones muy alta. Además el equipo que se usó permitió aumentar la frecuencia y la calidad de los muestreos. Se muestrearon todas las escalas oceánicas conocidas dando lugar a miles de datos que todavía hoy se utilizan y que se seguirán utilizando durante años.

¿Y para usted qué significó?

Para mí fue importantísimo. A raíz de mi participación en WOCE, dentro del comité ejecutivo, entré de lleno en la gestión internacional de la oceanografía. Cogimos nombre y dejamos de ser unos parias como lo habíamos sido en los 70. No éramos lo que en otros países europeos, pero ya contábamos. Si en Europa se quería hacer algo nos llamaban para colaborar.

¿Le gustaría que se repitieran proyectos como éste?

En los últimos años, los foros internacionales de la oceanografía, como la COI, no tienen dinero. La oceanografía es una ciencia realmente cara, hay que trabajar en un medio hostil y se necesita mucho dinero para muestrear. Además, a nivel mundial, hay una interacción con la gestión política que no ayuda mucho. Desaparecieron los programas de ciencias marinas en Europa y ya no tenemos el empuje ni el protagonismo que la oceanografía física tenía hace 10 o 15 años. Es complicado que repita algo así con la situación actual.

¿Qué le hubiera gustado descubrir?

No me he preocupado nunca de eso.

¿Y alguna espina clavada?, ¿algo que le haya quedado sin investigar?

Tampoco. No es porque haya conseguido todo, sino que siempre he intentado hacer lo que me he planteado. Siempre he sido una persona de acción; si hay algo que hacer, se hace. Tampoco he sido un gran científico porque, al fin y al cabo, la educación oceanográfica de mi generación no fue la ideal. Fuimos autodidactas, así que nuestro conocimiento base tenía lagunas.

Pese a su jubilación, no se ha desvinculado ni de la oceanografía ni del Instituto, ¿qué proyectos tiene en mente?

Sigo haciendo algunas cosas. Colaboro en la Exposición Maspina, que tendrá lugar en el Real Jardín Botánico de Madrid este año; acabo de terminar un trabajo sobre Odón de Buen y su relación con Alberto de Mónaco y alguna cosa más... Si de vez en cuando me apetece hacer algo de divulgación, pues lo hago.

¿Qué futuro le ve a la oceanografía?

El océano es fundamental en el mundo en que vivimos, en todos los aspectos: como fuente de recursos naturales, vivos o no vivos, hasta soporte del transporte: el 90 por ciento del comercio exterior del mundo se hace por mar. Es una pieza fundamental en el clima y pieza fundamental en el ciclo hídrico. Así que es esencial conocer su funcionamiento. Sin embargo, en estos momentos, tal como está la situación mundial, entiendo que va a reducirse la financiación de todos los proyectos científicos, no solo de la oceanografía. Así que en el futuro veo que disminuirá la actividad, pero no podemos perder de vista la importancia del océano en nuestras vidas. ●



ACÚSTICA PESQUERA

Mediante el uso de diferentes frecuencias de sonido a bordo de buques oceanográficos, los investigadores son capaces de estimar la abundancia de los recursos marinos y estudiar su comportamiento. Una herramienta no selectiva y no intrusiva que puede proporcionar una información muy valiosa para este tipo de evaluaciones.

texto Magdalena Iglesias. fotografías Begoña Santos

LAS técnicas de evaluación acústica se basan en la utilización del sonido para detectar u observar organismos y objetos situados en la columna de agua y representan una herramienta fundamental en el estudio de poblaciones de especies marinas. Las ondas de sonido se propagan a través del agua de mar con mayor rapidez y a mayor distancia que otro tipo de ondas como, por ejemplo, las ondas lumínicas. El principal objetivo de estos métodos de evaluación es conocer el estado en que se encuentra un determinado stock y, desde hace décadas, se emplean para estimar la abundancia y distribución espacial de especies de pequeños pelágicos como la sardina (*Sardina pilchardus*), la anchoa (*Engraulis encrasicolus*), el jurel (*Trachurus spp.*), entre otros.

Para llevar a cabo este tipo de estudios, se realizan campañas de investigación a bordo de barcos oceanográficos equipados con ecosondas científicas. Las ecosondas emiten energía eléctrica que unos transductores, generalmente instalados en el casco del barco y en contacto con el agua, transforman en ondas sonoras y envían a través de la columna de agua. Estos mismos transductores reciben de vuelta los ecos de los objetos que se encuentran bajo el barco y los transforman de nuevo en energía eléctrica, proporcionando información acerca del tamaño, densidad y situación de los mismos.

En la evaluación acústica de las pesquerías se utiliza la acústica activa –enviar y recibir sonido– y el método denominado de ecointegración, que se ha mostrado como el más fiable para la evaluación de especies de peces pelágicos. Se basa en el principio de que la energía devuelta en forma de eco es proporcional a la densidad media de los peces insonificados.

Durante las campañas acústicas se intenta cubrir el área de distribución de la especie objeto de estudio, por lo que se llevan a cabo durante los periodos en que ésta se encuentra agregada en las zonas de puesta o alimentación. La campaña PELACUS, por ejemplo, cuyo objetivo es estimar la abundancia y distribución del stock de sardina en la plataforma continental del norte y nordeste de la Península Ibérica, se lleva a cabo durante la época de puesta de esta especie, entre marzo y abril, prospectando toda la plataforma continental española entre la frontera portuguesa y la francesa, y su duración es de aproximadamente un mes. La toma de datos acústicos se lleva a cabo desde el barco de forma continua a lo largo de transectos o radiales que cubren toda la batimetría de la zona, desde los 20 a los 200 metros de profundidad y a una velocidad constante de 10 nudos. Estos transectos son perpendiculares a la costa, intentan cubrir toda la batimetría, y la distancia entre transectos oscila entre 4 y 8 millas náuticas. La campaña PELACUS suele cubrir un área de 6.600 millas náuticas cuadradas o, lo que es lo mismo, 22.730 kilómetros cuadrados. La frecuencia de trabajo más utilizada es la de 38 kHz, aunque se suelen utilizar otras frecuencias simultáneamente (18, 70, 120, 200 kHz), que ayudan a la identificación de especies.

La energía acústica que regresa a la ecosonda sirve para que, a bordo, los investigadores reciban imágenes a tiempo real de los organismos de la columna de agua. Estas imágenes se denominan ecogramas y son representaciones en la pantalla o en el papel del eco recibido, ya sea de cardúmenes o bancos de peces, de capas de peces dispersos, de plancton, etc. Para interpretar estos ecogramas se necesita llevar a cabo pescas de carácter identificativo sobre los cardúmenes o capas detectados. Estas pescas permiten cono-

cer características de la población necesarios para determinar la estructura del stock e imposibles de determinar mediante acústica: la proporción de especies en la pesca, distribución de frecuencias de tallas, determinación de la edad de los individuos, estimación de estados de madurez, etc.

La unidad de trabajo empleada en la toma de datos acústicos son los metros cuadrados de integración por milla náutica cuadrada, que es una medida de densidad. Para la conversión de los metros cuadrados de integración atribuidos a una especie a número de individuos de la misma o abundan-

cia es necesario saber cómo devuelve la energía sonora esa determinada especie, mediante el parámetro denominado fuerza de blanco o TS (*target strength*, en inglés).

El *target strength* (TS) es una medida de la proporción de energía incidente que un objeto devuelve, la cantidad de eco que éste devuelve al recibir una determinada energía. El TS depende de la naturaleza del objeto. Cada material, dependiendo de su estructura interna, su forma y su densidad, devolverá un eco de una intensidad particular y, por tanto, tendrá un determinado TS. Lo mismo ocurre con los peces: cada especie, según su fisiología, su talla y su comportamiento refleja las señales acústicas de forma diferente, tienen un TS particular. Conocer el TS de las especies que se están evaluando es imprescindible para poder calcular su abundancia.

El resultado final de estas campañas es una estimación de la abundancia y la biomasa del stock de la especie estudiada, así como su distribución geográfica, datos que permiten asesorar a las administraciones competentes en la gestión de la pesquería.

La acústica y el ecosistema

La gestión de pesquerías ha ido evolucionando desde el concepto clásico de stock hacia lo que se conoce como enfoque ecosistémico, lo que supone entender cada población de peces no como un conjunto aislado, sino como un elemento que depende tanto de su medio físico como del estado de otras especies. Estudiar los recursos pesqueros desde este punto de vista supone una mayor complejidad. Se trata de modelizar el ecosistema y para ello resulta necesaria la obtención de datos tanto del biotopo como de las comunidades de seres vivos.

La acústica juega un papel muy importante en este nuevo escenario. Es una herramienta que nos permite obtener datos, tanto cuantitativos como cualitativos, de varias comunidades de especies, desde el plancton hasta los grandes pelágicos, así como estudiar las interacciones entre estas comunidades. Además, la acústica permite obtener datos del medio físico, como las características del sustrato del fondo marino.

La continua evolución de estas técnicas permite que su campo de estudio vaya en aumento, y se presenta como una herramienta no selectiva y no intrusiva que puede proporcionar una información muy valiosa para este tipo de evaluaciones.

Un vertiginoso desarrollo

La acústica pesquera ha evolucionado mucho en los últimos años. Se han llevado a cabo grandes cambios y mejoras, tanto en los instrumentos empleados como en el posterior procesamiento de los datos. Las ecosondas científicas de cuarta ge-

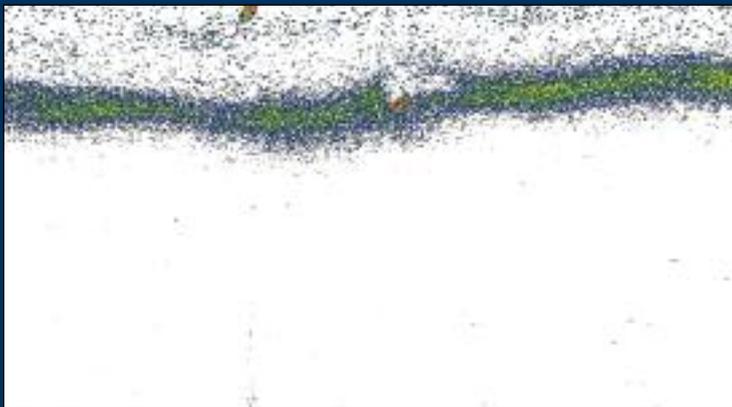


Figura 1. En este ecograma se pueden ver muy claramente dos cetáceos, representados como manchas rojas, que están comiendo sobre una capa de krill y plancton, la capa verde-azulada.

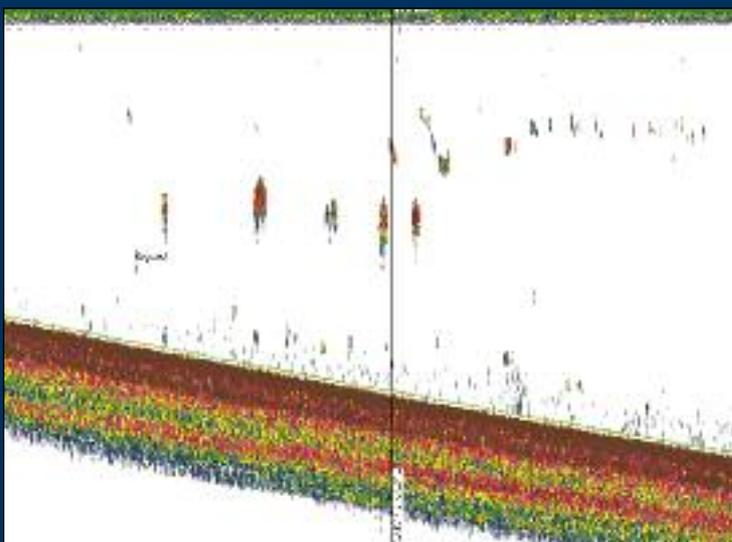


Figura 2. En este ecograma se observan cardúmenes de sardina y anchoa. La profundidad es de 30-45 metros. Los cardúmenes de sardina se encuentran entre 15 y 20 metros y se pueden observar de color rojo, de mayor tamaño, entre aguas. Los cardúmenes de anchoa son más pequeños y están cercanos al fondo.

neración, junto a los nuevos procedimientos de calibración, han permitido un aumento de la precisión y de la exactitud de la señal acústica y, por tanto, de las estimaciones realizadas. Además, la construcción de barcos silenciosos sujetos a la normativa recomendada por el *Working Group on Fisheries Acoustics Science and Technology* (WGFAST) del ICES ha solventado, en parte, el problema de escape de las especies durante la realización de las campañas. La implantación en los barcos de una quilla protractil, en la que se instalan los transductores, ha permitido un aumento en el tiempo efectivo de campaña, ya que se puede seguir trabajando en la mar con mal tiempo, viéndose la calidad de los datos menos afectada por las condiciones atmosféricas. Asimismo, el aumento de la capacidad de almacenaje y procesamiento de los ordenadores hace posible el almacenamiento de un número cada vez mayor de datos obtenidos durante las campañas, permitiendo la utilización de varias frecuencias de emisión (18, 38, 70, 120, 200 kHz). La evolución de la acústica pesquera en los últimos años la ha convertido no solo en una importante herramienta para la gestión de los stocks de peces, sino también para el estudio del ecosistema en su conjunto.

La acústica en el IEO

El Instituto Español de Oceanografía (IEO) emplea las técnicas de acústica pesquera de forma rutinaria desde hace más de 30 años en campañas de evaluación realizadas a lo largo de todo el litoral español, para la estimación de la abundancia y distribución de determinados stocks de pequeños y medianos pelágicos.

Las campañas de evaluación acústica realizadas anualmente por el IEO cubren toda la plataforma continental peninsular y se llevan a cabo en primavera, en la zona Atlántico-Cantábrico (campaña PELACUS), para estimar del stock reproductor de sardina; en verano, en el Mediterráneo español (campaña MEDIAS) y en el golfo de Cádiz (campaña ECOCÁDIZ), para estimar el stock reproductor de anchoa; en otoño, en el golfo de Vizcaya (campaña PELACUS) para estimar la abundancia de juveniles de anchoa; y en invierno, nuevamente en el Mediterráneo (campaña ECO-MED), para estimar el reclutamiento de anchoa.

Sin embargo, el concepto de ecosistema impuesto en los últimos años en la comunidad científica para el estudio de las poblaciones marinas ha hecho que las campañas acústicas realizadas por el IEO varíen sustancialmente sus objetivos, y que los estudios se centren en el conjunto de la comunidad pelágica de las zonas estudiadas, caracterizadas todas ellas por ser zonas multiespecíficas.

El IEO también ha hecho uso de estas técnicas acústicas en otro tipo de campañas dirigidas, por ejemplo, a la esti-

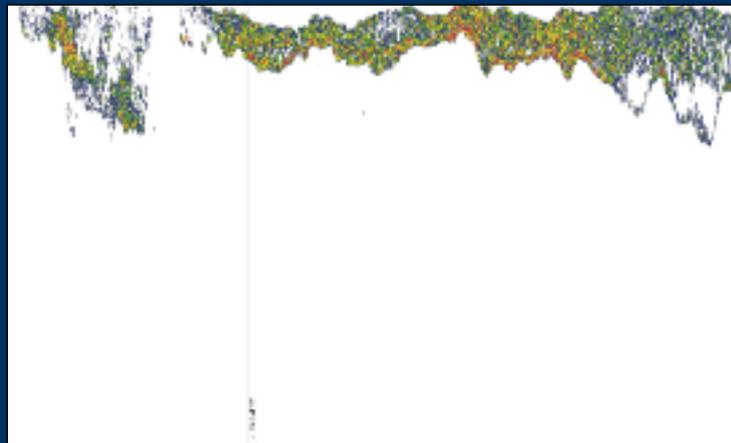


Figura 3. Se observa una densa capa de juveniles de anchoa. Estos se detectaron fuera de la plataforma continental, en el golfo de Vizcaya durante el otoño. El espesor de la capa tiene entre 7 y 20 metros.

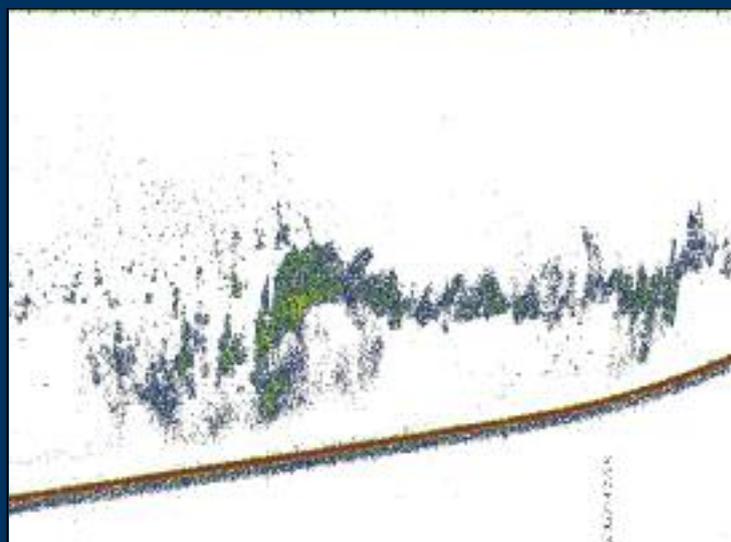


Figura 4. Aquí podemos ver agregaciones típicas de peces linterna o mictófididos. Se observan como manchas de color verde azulado. Se encuentran al final de la plataforma continental, entre 130 y 167 metros de profundidad.

mación de la distribución de krill (*Meganectiphanes norvegica*), en relación al avistamiento de mamíferos marinos (campaña CODA); a la observación del comportamiento y migraciones de mictófididos y krill en zonas específicas del Mediterráneo (campaña IDEADOS); o a mejorar la selectividad en la pesca de túnidos tropicales bajo objetos flotantes mediante la identificación de las distintas especies. •

AGENDA

Próximas campañas oceanográficas y otros eventos



HASTA EL 24 DE ABRIL

Exposición fotográfica. *Antártida, la vida en el límite*, que puede visitarse en el Acuario de A Coruña, muestra el trabajo de investigación realizado en la Antártida durante casi dos décadas, en el marco de los proyectos BENTART, liderados por el Instituto Español de Oceanografía. Desde 1994 este equipo de investigación ha realizado cuatro campañas a bordo del buque oceanográfico Hespérides en aguas de las islas Shetlands del Sur, la península Antártica y el mar de Bellingshausen con el objetivo de estudiar la biodiversidad de los ecosistemas bentónicos de la Antártida Occidental.

DEL 26 DE ABRIL AL 11 DE JUNIO

Campaña MEDITS. Durante un mes y medio, a bordo del Cornide de Saavedra, tendrá lugar la campaña oceanográfica MEDITS, una campaña de arrastre de fondo con el fin de recolectar datos biológicos de los recursos demersales del mar Mediterráneo de manera estandarizada, en el marco de un proyecto internacional en el que participan un total de once países: España, Francia, Italia, Malta, Eslovenia, Croacia, Albania, Montenegro, Marruecos, Grecia y Chipre.

7 DE MAYO

Día de la Ciencia en la Calle. El Centro Oceanográfico de A Coruña celebra el Día de la Ciencia en la Calle y, un año más, abrirá sus puertas y mostrará su trabajo a través de diferentes actividades: paneles divulgativos, experimentos de física, disecciones de peces



y moluscos, observación a microscopio de microalgas... e incluso una charca con organismos vivos propios de la zona intermareal de la costa gallega.

DEL 10 AL 12 DE MAYO

Decadal Symposium 2000-2009. Tendrá lugar en Santander el Simposio Decenal NAFO/ICES, que versará sobre los cambios que ha experimentado el Atlántico Norte en la última década. La temática será muy variada, siempre en torno a la influencia del cambio climático: dinámica marina, ecología, pesca, etc.

DEL 6 AL 12 DE JUNIO

Comisión Ballenera. Investigadores del IEO participarán en Oslo (Noruega) en la Reunión Anual del Comité Científico de la Comisión Ballenera Internacional (CBI).

DEL 13 DE JUNIO AL 12 DE JULIO

Campaña MEDIAS. Investigadores del IEO llevarán a cabo durante un mes una campaña MEDIAS más, con el objetivo de evaluar mediante métodos acústicos la biomasa de anchoa en el mar Mediterráneo.



PUBLICACIONES

Libros relacionados con la oceanografía



CAMBIO CLIMÁTICO EN EL MEDITERRÁNEO ESPAÑOL

En esta reedición, investigadores del Grupo de Cambio Climático del Instituto Español de Oceanografía (IEO) analizan, a través de datos oceanográficos y atmosféricos provenientes de los últimos 60 años, cómo está afectando el cambio climático al Mediterráneo Occidental. Este libro dio comienzo a una colección de textos de referencia, titulada *Temas de oceanografía*, destinada a mejorar la difusión de la información científica relativa a las Ciencias del Mar dentro de la propia comunidad científica, así como entre otros sectores interesados en estos temas.

Edita: IEO

Páginas: 170



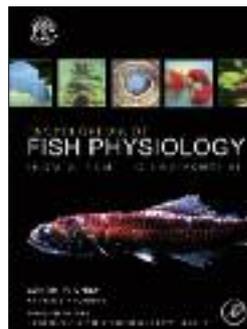
LAS CORBETAS DEL REY. EL VIAJE ALREDEDOR DEL MUNDO DE ALEJANDRO MALASPINA (1789-1794)

Con motivo de la *Expedición de Circunnavegación Cambio Global* y *Exploración de la Biodiversidad del Océano Global*, la Fundación BBVA homenajea el 200 aniversario de la muerte de Alessandro Malaspina (1754 - 1810), con el libro *Las corbetas del Rey. El viaje alrededor del mundo de Alejandro Malaspina (1789-1794)*. La obra recoge las aventuras del capitán de fragata de la Real Armada Española en una historia llena de entrega, curiosidad intelectual e intrigas palaciegas. Una expedición científica que comenzó en 1789 y que durante cinco años surcó los océanos Atlántico y Pacífico a bordo de las fragatas Descubierta y Atrevida en una ruta de circunnavegación que sería conocida popularmente como la Expedición Malaspina.

Autor: Andrés Galera Gómez

Edita: Fundación BBVA

Páginas: 160



ENCYCLOPEDIA OF FISH PHYSIOLOGY: FROM GENOME TO ENVIRONMENT. 3 VOLS

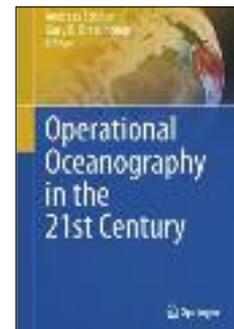
Los peces forman un grupo extremadamente diverso de vertebrados. Por un lado, están unidos por sus adaptaciones al medio acuático y por el otro, muestran una variedad de adaptaciones a las diferentes condiciones del medio ambiente –a menudo, a condiciones extremas de temperatura, salinidad, nivel de oxígeno y la química del agua–. Presentan una gran variedad de sistemas de comportamiento y reproducción.

Una enciclopedia de cuatro volúmenes que cubre la diversidad de la fisiología de los peces en más de 300 artículos escritos por expertos y describe las bases genómicas de la fisiología y la biología de los peces y el uso de peces como organismos modelo en la investigación fisiológica humana.

Autor: Anthony P. Farrell

Edita: Elsevier

Páginas: 2.500



OPERATIONAL OCEANOGRAPHY IN THE 21ST CENTURY

Durante la última década, los sistemas de observación oceánica en tiempo real, la modelización oceánica, la asimilación de datos oceánicos y la supercomputación han avanzado significativamente y han permitido el desarrollo e implementación de sistemas operacionales de pronóstico marino del océano mundial.

Este libro trata de predicción oceánica y realiza una descripción actualizada de la investigación y desarrollo para mejorar los sistemas de predicción y determinar el mejor modo de ofrecer servicio a la comunidad de usuarios marinos, así como demostrar el impacto de sus aplicaciones. También se analizan los centros operativos que ofrecen una amplia gama de servicios oceánicos en tiempo real en línea.

Autores: Andreas Schiller y

Gary B. Brassington

Edita: Springer

Páginas: 450



SEDE CENTRAL Y DIRECCIÓN

Corazón de María, 8.
28002 Madrid
Teléfono 91 342 11 00
Fax 91 597 47 70
Web: www.ieo.es

CENTRO OCEANOGRÁFICO DE GIJÓN

Camino del Arbeyal, s/n
33212 Gijón (Asturias)
Teléfono +34 985 308 672
Fax +34 985 326 277
E-mail: ieo.gijon@gi.ieo.es

CENTRO OCEANOGRÁFICO DE SANTANDER

Promontorio San Martín, s/n
Apdo. 240. 39080 Santander
Teléfono +34 942 291 060
Fax +34 942 275 072
E-mail: ieosantander@st.ieo.es

PLANTA EXPERIMENTAL DE CULTIVOS MARINOS DE SANTANDER

Barrio Bolao, s/n
El Bocal-Monte. 39012 Santander
Teléfono +34 942 321 513

Fax +34 942 323 486
+34 942 322 620

CENTRO OCEANOGRÁFICO DE A CORUÑA

Muelle de las Ánimas, s/n
Apdo. 130. 15001 A Coruña
Teléfono +34 981 205 362
Fax +34 981 229 077
E-mail: ieo.coruna@co.ieo.es

CENTRO OCEANOGRÁFICO DE CANARIAS

Avenida 3 de mayo, 73
Edificio Sanahuja,
38002 Santa Cruz de Tenerife
Teléfonos +34 922 549 400/ 1
Fax 922 549 554
Email: coc@ca.ieo.es

PLANTA EXPERIMENTAL DE CULTIVOS MARINOS DE CANARIAS

Dársena Pesquera s/n
Carretera de San Andrés
Apdo. 1373
38120 Santa Cruz de Tenerife
Telf. +34 922 549 400
Fax +34 922 549 554

CENTRO OCEANOGRÁFICO DE MÁLAGA

Puerto Pesquero, s/n
Apdo. 285
29640 Fuengirola
(Málaga)
Teléfono +34 952 476 955
Fax +34 952 463 808
E-mail: ieomalaga@ma.ieo.es

CENTRO OCEANOGRÁFICO DE CÁDIZ

Puerto pesquero,
Muelle de Levante, s/n,
11006 Cádiz
Tfno: 956294189
Fax: 956294232

CENTRO OCEANOGRÁFICO Y PLANTA EXPERIMENTAL DE CULTIVOS DE VIGO

Subida a Radio Faro, 50-52
Cabo Estay, Canido
36390 Vigo
Tel: +34 986 492 111
Fax: +34 986 498 626
E-mail: ieovigo@vi.ieo.es

CENTRO OCEANOGRÁFICO DE MURCIA

Magallanes, 2 - Apdo. 22
30740 San Pedro del Pinatar
(Murcia)
Teléfono +34 968 180 500
Fax +34 968 184 441
E-mail: comurcia@mu.ieo.es

PLANTA EXPERIMENTAL DE CULTIVOS MARINOS DE MURCIA

Ctra. de la Azohía, s/n
Apdo. 22 30860
Puerto de Mazarrón (Murcia)
Teléfono +34 968 153 159
Fax +34 968 153 934

CENTRO OCEANOGRÁFICO DE BALEARES

Muelle de Poniente, s/n
Apdo. 291
07015 Palma de Mallorca
Teléfono + 34 971 401 561
Fax + 34 971 404 945
E-mail: cobieo@ba.ieo.es





Las opiniones y artículos publicados son responsabilidad exclusiva del autor, sin que esta revista las comparta necesariamente. Muchos textos e imágenes aparecidos en esta revista pueden ser reproducidos o utilizados de forma gratuita por los medios de comunicación. Para ello, debe solicitarse la cesión de derechos al correo electrónico revistaieo@md.ieo.es indicando el uso que se va a dar al material. La autorización será concedida de inmediato, sin más exigencias que citar la fuente y, en el caso de artículos o fotos con firma, citando fuente y autor. En muchos casos el Instituto Español de Oceanografía (IEO) tiene información más amplia sobre los temas publicados, tanto escrita como gráfica, que está a disposición de periodistas y medios de comunicación.



REVISTA DEL INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA (IEO)
Calle Corazón de María, 8. 28002 Madrid
Tel.: 91 342 11 00 Fax: 91 597 47 70
www.ieo.es