



REVISTA ELECTRÓNICA
ieo

NÚMERO 9 - FEBRERO 2008

VARIABILIDAD EN
LOS OCÉANOS

AÑO POLAR

Entrevista a
Jerónimo López

**El Mediterráneo
se calienta**

Y SUBE DE NIVEL

EDITORIAL

- 03 Más presupuesto

OPINIÓN

- 04 Reflexiones sobre el futuro del Boletín del Instituto Español de Oceanografía
- 05 La Investigación Pesquera en el Libro Blanco de la Pesca

NOTICIAS

- 06 IRTA e IEO estudian el cultivo del mejillón en mar abierto
- 07 El IEO emprende la búsqueda de pruebas del cambio climático en el Mediterráneo
- 08 Premios de investigación e innovación tecnológica en la lucha contra la contaminación
- 09 El proyecto IDEA mejora el conocimiento de la merluza y la gamba rosada en Baleares
La Comisión propone una política marítima común para la UE
- 10 Expertos en acuicultura se reunieron en Madrid
- 11 Argo: un plan para observar el océano
- 12 El ICES coordina en Palma las campañas de acústica y de huevos de sardina y anchoa
- 13 Hallados hábitats de gran valor frente a las costas de Málaga
Dos nuevos buques oceanográficos para el IEO
- 14 Científicos del centro de Vigo logran grandes avances en el cultivo de la merluza
- 15 Presentado el proyecto de reestructuración del Centro Oceanográfico de Tenerife
- 16 La Ley de Biodiversidad y Patrimonio Nacional prevé la creación de Áreas Marinas Protegidas

INFORMES

- 17 Avistamiento de cetáceos en el Atlántico Norte
- 22 Variabilidad en los océanos y su observación

REPORTAJES

- 28 Olas asesinas
- 31 La sal del cine

ENTREVISTA

- 33 Jerónimo López, miembro del Comité Organizador del Año Polar

BUQUE

- 38 B/O Miguel Oliver

HISTORIA

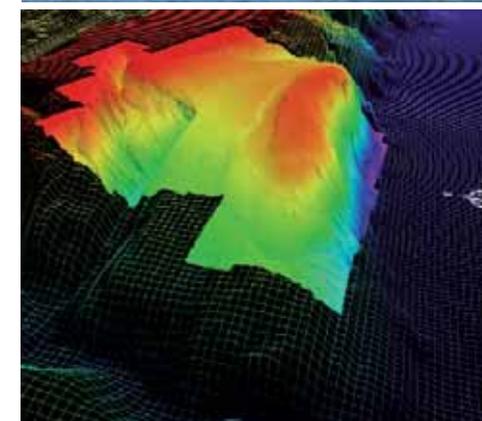
- 40 Augusto González de Linares

AGENDA Y PUBLICACIONES

- 46 Próximas campañas oceanográficas

DIRECTORIO

- 47 Directorio del IEO



REVISTA IEO

DIRECTOR

Juan Acosta Yepes

DIRECTOR ADJUNTO

Santiago Graiño

REDACTOR JEFE

Jesús Hidalgo

MAQUETACIÓN

Héctor Reyes
hector@cuerpo8.es

PRODUCCIÓN EDITORIAL

Cuerpo 8, Servicios Periodísticos.
c/ Velayos, 10 - 28035 Madrid
Tel.: 913 160 987. Fax: 913 160 728

EMAIL DE LA REVISTA

revistaieo@md.ieo.es

NIPO: 656-05-003-1

**INSTITUTO ESPAÑOL
DE OCEANOGRAFÍA (IEO)**



DIRECTOR GENERAL

Enrique Tortosa Martorell

SECRETARIO GENERAL

José Luis de Ossorno

SUBDIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACIÓN

Eduardo Balguerías

VOCAL ASESORES DE LA

DIRECCIÓN GENERAL

Álvaro Fernández García y Eladio Santaella Álvarez

DIRECTORES DE LOS

CENTROS OCEANOGRÁFICOS DEL IEO

C. O. BALEARES: Federico Álvarez Prado

C. O. CANARIAS: M^a Ángeles Rodríguez Fernández

C. O. CORUÑA: Celso Fariña Pérez

C. O. GIJÓN: Luis Valdés Santurio

C. O. MÁLAGA: Juan Antonio Camiñas Hernández

C. O. MURCIA: Julio Mas Hernández

C. O. SANTANDER: José Luis Cort Basilio

C. O. VIGO: Juan José González Fernández

INSTITUTO ESPAÑOL DE

OCEANOGRAFÍA (IEO)

Avda. de Brasil, 31 - 28020 Madrid
Tel.: 915 974 443. Fax: 915 974 770

ieo@md.ieo.es

http://www.ieo.es

CASI UN 38% MÁS DE PRESUPUESTO EN TRES AÑOS

La apuesta por potenciar el IEO se evidencia en las cifras económicas. Nuestro presupuesto ha tenido en los tres últimos años un incremento acumulado importante: el 37,85%. En 2006 era de 49.363.970 euros, en 2007 ascendió a 52.118.320 euros, en tanto que en 2008 alcanzó la cifra de 68.048.910 euros. El aumento entre 2006 y 2007 fue de un 5,58% y el de 2007 a 2008 de un 30,57%. Este incremento presupuestario está permitiendo que el IEO comience a resolver problemas que se arrastraban desde hacía tiempo y mejore sus infraestructuras de manera notable.

Por otra parte, es importante destacar que la autofinanciación del IEO comienza a situarse en niveles significativos. Así, para 2008 alcanzará 12.050.000 euros, lo que supone una cifra en torno al 18% del presupuesto total de dicho año.

Dos han sido los proyectos de mayor envergadura que se están financiando y llevando a cabo en estos momentos: la construcción del nuevo Centro Oceanográfico de Santa Cruz de Tenerife y la de dos barcos oceanográficos de ámbito regional.

La construcción del nuevo centro oceanográfico en Canarias, prevista desde hace tiempo, ha debido acelerarse a causa del accidente ocurrido a comienzos del pasado año, que inutilizó el antiguo edificio. La nueva construcción requiere cifras económicas importantes. El presupuesto de la obra asciende a 13.292.812 euros, siendo los costos del proyecto de 310.544 euros, con un gasto de dirección de obra de 440.000 euros. El plazo de ejecución previsto es de 24 meses y, aprobado ya el proyecto básico, se espera adjudicar la dirección de obra en estos días. En cuanto a la autorización del gasto de la obra, se está tramitando ante el Consejo de Ministros y es muy posible que cuando esta revista salga de imprenta ya esté aprobado. Se espera que la edificación, que realizará la empresa pública TRAGSA mediante una encomienda de gestión, comience a mediados de marzo del presente año.

Por otra parte, la construcción de dos buques oceanográficos de ámbito regional cuenta con un presupuesto de fabricación de 30.000.000 euros y unos gastos de supervisión de 542.915, lo que totaliza una inversión de 30.542.915 euros. El gasto ejecutado hasta la fecha es de 3.064.103 euros. El tiempo de construcción previsto es de 36 meses y se espera que en verano de este año se realice en Vigo la puesta de quilla del primero de los dos barcos. La entrega por parte del astillero del primer buque oceanográfico regional se realizará en diciembre de 2009 y la del segundo un año después, en el mismo mes de 2010. Los barcos están siendo construidos por el astillero MCies de Vigo. Además, se ha puesto en marcha un procedimiento para completar el equipamiento científico de estos dos buques por un valor de 4.500.000 euros.

Finalmente, se están ya realizando los estudios y dando los pasos previos para la construcción del barco que sustituirá al actual buque oceanográfico oceánico del IEO, el Cornide de Saavedra. En resumen, una clara apuesta por el IEO que esperamos tenga continuidad en el futuro.



Reflexiones sobre el futuro del Boletín del Instituto Español de Oceanografía

En los últimos veinte años se han ido seleccionando las revistas con índice de impacto como único foro para la difusión de los trabajos científicos. Este indicador lo proporciona la compañía privada norteamericana Institute for Scientific Information (ISI). Éste se calcula como “el resultado de dividir el número de citas de una revista concreta en los dos años previos, por el número total de artículos publicados por esa revista durante ese mismo periodo de tiempo”. Aunque los criterios que se utilizan pretenden ser lo más asépticos y objetivos posibles, son muchos los investigadores que han observado un sesgo importante, denunciando en múltiples foros el peligro que conlleva dejar el futuro de la ciencia en manos del ISI. Por lo general, los editores de las revistas del ISI tienen en

cuenta el número de artículos publicados durante un año por la revista, la actualidad del tema, y el número de citas previas de los autores que firman el artículo. De tal manera, revistas de mucho prestigio como Nature y Science realizan un primer chequeo automático de cada artículo, donde se analizan las palabras claves del título, y el currículum de los autores. Además, el ISI penaliza fuertemente los trabajos regionales, los temas poco actuales, y las revistas jóvenes, al tiempo que favorece publicaciones rápidas, con potencialidad para obtener citas a corto plazo y temas novedosos en perjuicio de, por ejemplo, los trabajos de monitorización. Otro problema añadido es la infravaloración que hacen los investigadores de las revistas no ingresadas en el ISI, ya que

curricularmente tienen menor peso. Sin embargo, hay que diferenciar el prestigio de una revista y la calidad del trabajo, con un índice de impacto. Las revistas pueden presentar diferentes grados de prestigio pero son los propios artículos los que deben calificarse como buenos o malos. Por todo lo anterior, algún experto advierte que se está perdiendo el objetivo principal de una publicación científica, que es la difusión en un foro de la mayor amplitud posible de unos conocimientos originales adquiridos mediante la aplicación del método científico. Aunque, según esta aproximación, el mejor foro sería una revista del ISI, existen muchos temas de interés que son difíciles de publicar en revistas del ISI. Por ejemplo, cada vez son más las revistas del Institute for Scientific Information que no

publican listados faunísticos o florísticos, descripciones de pesquerías o artes, resultados de encuestas, datos corológicos, recuperación de marcas, artículos de opinión, revisiones, etc. Sin embargo, las revistas no ingresadas donde se publican estos resultados son después muy citadas en las revistas ISI, como por ejemplo, los artículos de Marine Turtle Newsletter o BMC-Bioinformatics, para la que se ha estimado un índice de impacto de 4,896 si hubiera estado ingresada en el listado de revistas del ISI en el periodo 2002-2004. La principal ventaja que presentan las revistas no ingresadas es la de publicar información preliminar relevante en un plazo breve de tiempo, que con posterioridad puede citarse en artículos del ISI, los reports de grupos de trabajos, etc. Otra ventaja es el mantenimiento de secciones fijas donde se recoge información de recapturas de marcas u otros datos corológicos de gran interés, que por sí mismos no tienen suficiente relevancia para conformar un artículo de una revista de impacto, pero que en caso de no ser publicados

podrían correr el riesgo de perderse para siempre. Recientemente, Ardeola, la revista oficial de la Sociedad Española de Ornitología (SEO), ha ingresado en la lista de revistas del ISI. Sin embargo, no hace tanto, Mario Díaz, editor de esta revista, y sus colaboradores analizaban el futuro de las revistas científicas españolas, proponiendo luchar por alcanzar el ingreso sin abandonar las ventajas de una revista no ingresada. Eduardo de Juana, presidente de la SEO explica en un reciente artículo en una sección fija de Ardeola, la importancia que ha tenido la recolección de datos sobre avistamientos de rarezas, a lo largo de veinte años, puesto que ha permitido detectar alteraciones y modificaciones en los patrones normales de migración de ciertas especies de aves, que de otra manera nunca se hubieran detectado. El Boletín del Instituto Español de Oceanografía (BIEO en adelante), publicado por primera vez en 1916 con el nombre de Boletín de Pesca (información obtenida de la página web del Instituto Español de Oceanografía www.ieo.es), se encuentra en

la actualidad en respiración asistida, esperando a que el nuevo director general o a quien le competa decida desenchufarla definitivamente. Sin embargo, los firmantes de este artículo consideramos que sería una gran pérdida. El Boletín podría servir como un canal de ideas de los investigadores de la institución, y un lazo de unión con investigadores de otras instituciones o continentes. Estimamos que para curar la enfermedad, simplemente habría que aplicar un tratamiento de forma rápida (de mayor a menor importancia):
i) Garantizar institucionalmente la periodicidad de la revista. ii) Agilización del proceso de revisión y publicación, (un máximo de tres meses para dar una respuesta definitiva). iii) Periodicidad al menos semestral. iv) Búsqueda de apoyo de científicos de relevancia internacional, mediante el contacto personal de los investigadores. v) Citar los trabajos del nuevo BIEO en revistas del ISI. vi) Inclusión de secciones fijas de interés para los investigadores de la institución (como resúmenes



amplios de tesis doctorales, secciones sobre historia de la ciencia, descripción de pesquerías, recuperaciones de marcas, etc.). vii) Puesta a punto de su publicación electrónica. viii) Disposición de un comité científico, rotativo y dinámico. ix) Revisiones constructivas y nunca selectivas. Para ello habría que formar un nuevo comité editorial con un mayor número de investigadores de la institución, de las universidades y el CSIC. También creemos necesario cambiar el nombre de la revista a uno anglosajón, favorecer los artículos en inglés, y aumentar la publicidad. Los costes de los cambios propuestos deberían ser nulos, dado que el trabajo de los revisores, autores y publicación electrónica mediante formato pdf debería ser gratuito. Tenemos un ejemplo muy cercano sobre los cambios que proponemos: la antigua Miscel-lània Zoològica, para certificar el interés de cambio, cambió su nombre por Animal Biodiversity and Conservation e implantó la mayoría de las sugerencias propuestas

anteriormente. En la actualidad no está ingresada en el ISI pero es una revista citada frecuentemente, y consultada semestralmente por múltiples investigadores de diversas nacionalidades, por lo que ha aumentado su prestigio. Esta nueva versión del BIEO que sugerimos no entraría en competencia con la producción científica en revistas del ISI, sino que constituiría una herramienta complementaria. *José Carlos Báez, Enrique Rodríguez-Marín, Jorge Landa, Pablo Abaunza, Antonio Punzón, Begoña Villamor, Carmen Rodríguez- Puente, Francisco Sánchez-Delgado & César Peteiro Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Santander*

Imagen desafortunada en fishing news internacional

En el número correspondiente a noviembre de la revista Fishing News International se publica un reportaje sobre la actividad extractiva desarrollada en aguas de la Comisión para la Conservación de los Recursos Marinos Vivos en la Antártida (CCAMLR), por parte de los buques que practican la denominada pesca ilegal, no regulada y no

declarada (IUU en sus siglas inglesas). El artículo incluye numerosas fotografías sobre la actividad de estos buques y, entre ellas, figura una en la que aparece una persona vistiendo una camiseta con el logotipo del IEO a la que, en el pie de foto, la revista identifica como “Carlos, the first officer of the Black Moon, wears a Spanish Research Institute t-shirt”. El Instituto Español de Oceanografía (IEO) quiere dejar claro que, ni el barco en cuestión ni el citado Carlos, tienen relación alguna con nuestra institución. La camiseta que viste dicha persona es un obsequio promocional que, como bolígrafos, carpetas o libretas, con el logotipo del IEO, nuestro Instituto obsequia a millares en todo tipo de eventos, (como exposiciones o conferencias) abiertos al público en general. No se trata, por tanto, de una prenda de uniforme, o que forme parte de la ropa de faena de nuestras tripulaciones o de nuestro personal de tierra. Miles de personas sin ninguna vinculación con el IEO –como es el caso del mencionado Carlos– tienen camisetas como

la de la foto y las usan cuando y como estiman conveniente, como, por otra parte, todo el mundo hace con las camisetas que distintas empresas, instituciones y marcas regalan. El IEO estima que la inclusión de esa fotografía y el pie de foto que la acompaña (pese a que éste formalmente no falta a la verdad, puesto que sólo dice que el individuo viste una camiseta del IEO) puede inducir a confusión y sugerir una posible connivencia o relación de nuestra institución con el desarrollo de estas actividades ilegales, tan nocivas para una explotación racional y sostenible de los recursos marinos vivos. El IEO ha solicitado a la revista Fishing News Internacional que publique una nota indicando las características antes citadas de la camiseta y que no existe relación alguna de nuestra institución con el buque Black Moon ni con la persona que aparece en la foto.

La Investigación Pesquera en el Libro Blanco de la Pesca

La Ministra de Agricultura, Pesca y Alimentación, Elena Espinosa, presentó en Vigo el

17 de noviembre el Libro Blanco de la Pesca, que tiene como objetivo diseñar las estrategias que garanticen la viabilidad a medio y largo plazo del sector pesquero español. Este documento ha sido elaborado desde 2005 por un Comité Asesor Técnico y dirigido por un Comité de Dirección presidido por la Ministra del MAPA y en el que uno de los vocales fue el director general del IEO, Enrique Tortosa. El libro está estructurado en torno a ocho grandes temas: recursos, estructuras, transformación, comercialización y promoción, acuerdos y relaciones internacionales, control, inspección y vigilancia, acuicultura, medidas socioeconómicas y alternativas de diversificación e investigación, desarrollo e innovación. El capítulo correspondiente a investigación pesquera así como una parte del de recursos ha sido coordinado y redactado por Alberto González-Garcés (ex director del Centro Oceanográfico de Vigo y actual director de Cetmar) y el que suscribe estas líneas. En julio de 2005

organizamos una mesa redonda en Vigo en la que estuvieron presentes investigadores, economistas, representantes de distintas organizaciones del sector pesquero de altura y de bajura, así como de la administración pesquera. En la mencionada reunión se llegaron a una serie de conclusiones referentes al capítulo de investigación pesquera del Libro Blanco de la Pesca, de entre las que destacamos las siguientes: l Hay una falta de definición de la investigación pesquera tanto en el Plan Nacional de la CICYT (Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología) como en el Programa Marco de la UE. En ambos foros, la investigación pesquera debería estar claramente referenciada entre las líneas prioritarias de investigación a financiar. l La financiación dedicada a la investigación pesquera y los recursos humanos estables en España deben estar en consonancia con la importancia pesquera del país en el concierto de la Unión Europea. l Hay una falta de contactos establecidos o



institucionalizados entre el sector pesquero y los investigadores. El incremento y normalización de este contacto mediante reuniones planificadas, quizá por grandes pesquerías, facilitaría la mutua confianza y aumentaría la credibilidad por parte del sector de los resultados de la investigación y la comprensión de las medidas de gestión recomendadas por los científicos.

Es necesario disponer de un mayor número de equipos y de especialistas en evaluación y asesoramiento para la gestión pesquera, incluyendo la investigación en modelos

de evaluación. Es necesario facilitar nuevas incorporaciones sucesivas que mantengan los equipos operativos a lo largo de los años.

Es necesario incentivar la carrera profesional de los científicos que realizan una investigación orientada o dirigida al estudio de las pesquerías, actualmente poco valorada en los ámbitos académico y de investigación básica.

Independientemente de la actual situación administrativa del IEO, la investigación pesquera debe ser orientada o dirigida a fin de cumplir con sus

obligaciones emanadas de la Ley de Pesca Marítima. Se deben priorizar y apoyar financieramente los proyectos relacionados con este tema.

En el contexto del ecosistema, hacia donde camina la gestión pesquera, el pescador debe ser considerado como un elemento más, cuya actividad debe encontrar un equilibrio sostenible con dicho ecosistema. El binomio conservación-explotación debe encontrar un punto de equilibrio en la sostenibilidad y la conservación de la biodiversidad.

*Texto. Álvaro Fernández
Foto. Industrias Pesqueras*

IRTA e IEO estudian el cultivo del mejillón en mar abierto

El Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA), junto con el Instituto Español de Oceanografía (IEO) y el Departamento de Agricultura, Alimentación y Acción Rural (DAR) de la Generalitat de Catalunya, están realizando ensayos para criar y engordar mejillón en mar abierto delante de la costa de Les Cases d'Alcanar (Tarragona). La estructura que se ha utilizado consiste en una batea flotante, fabricada por la empresa Metalúrgica del Deza S.A., de la que se han colgado cuerdas de cría de mejillón para poder valorar con posterioridad, tanto la supervivencia como el crecimiento. La batea se ha rodeado de una red para evitar el acceso de los depredadores a la cría. Los muestreos de las cuerdas de tres y seis metros de longitud también permitirán medir cuáles son los

crecimientos del mejillón a las diferentes profundidades. Estos ensayos se enmarcan dentro del Plan Nacional de la Junta Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR) llamado Cultivo de Mitílidos: Expansión y Sostenibilidad. Las características del agua en las bahías del Delta del Ebro son muy cambiantes y durante los periodos de verano se alcanzan temperaturas muy elevadas que comprometen la supervivencia de los mejillones que se cultivan. La finalidad del estudio es la

de valorar la posibilidad de desplazar a mar abierto la cría de mejillón cuando las condiciones de temperatura dentro de las bahías sean extremas, normalmente durante los meses de julio y agosto. Encontrar una alternativa fuera de las bahías donde ubicar la cría de mejillón durante los meses más calurosos del año es muy importante para mejorar la rentabilidad del sector y garantizaría salvar una parte de la semilla necesaria para empezar la siguiente campaña de producción.



El IEO comprueba con medidas directas que el Mediterráneo se calienta y sube de nivel

Científicos del IEO, en colaboración con investigadores del CSIC, las universidades de Málaga e Islas Baleares, el Instituto Nacional de Meteorología y Puertos del Estado, han elaborado un amplio estudio sobre la evolución de la temperatura, nivel de mar y salinidad del Mediterráneo desde mediados del siglo XX hasta ahora. Dicha investigación se ha realizado analizando mediciones directas y objetivas, realizadas

sistemáticamente desde 1948 por el IEO. Las conclusiones del estudio son que esta zona ha sufrido un considerable aumento de la temperatura del agua y del aire desde la década de los setenta, así como una rápida subida del nivel del mar desde los noventa. Los resultados del estudio se recogen en el libro Cambio Climático en el Mediterráneo Español, que fue presentado el pasado 18 de enero por el secretario de Estado de Universidades e Investigación y

presidente del Instituto Español de Oceanografía, Miguel Ángel Quintanilla; el director del IEO, Enrique Tortosa, y el coordinador del estudio, Manuel Vargas, que afirmó que los resultados del estudio concuerdan con los de otros países, como Italia y Grecia, y “también cuadran con lo observado en el planeta completo”. Los científicos han observado dos periodos claramente diferenciados: desde 1948 hasta mediados de los 70 se produjo un descenso de la temperatura, tanto del aire como de la capa más superficial del mar; pero desde esta última fecha hasta la actualidad se ha observado un cambio de esta tendencia, con un fuerte ascenso de las temperaturas. El aumento de temperatura de las aguas no es uniforme y cambia dependiendo de la profundidad. La subida varía entre los 0,12 °C y los 0,5 °C. “El aumento puede parecer pequeño, pero hay que tener en cuenta la alta inercia térmica del mar, lo que implica que incrementos pequeños de temperatura requieran que el mar absorba gigantescas

cantidades de calor”, comentan los investigadores en el libro. También se ha producido un aumento de la salinidad, que es el reflejo de la disminución de las precipitaciones en el Mediterráneo así como de la merma del aporte de los ríos debido a las construcciones hidráulicas. Respecto al nivel del mar, el documento señala un rápido ascenso desde la década de los noventa, coincidiendo con un considerable aumento de las temperaturas. Esta subida se cifra entre 2,5 y 10 milímetros por año, lo que implica que, de seguir esta tendencia, el nivel de las aguas subiría entre 12,5 centímetros y medio metro en los próximos 50 años. Algo que tendría consecuencias muy serias en las zonas litorales bajas incluso en el caso del aumento menor, y catastróficas si se produce el incremento de nivel del mar de medio metro. Para la realización del estudio se ha contado con la colaboración de otros organismos, como el Instituto de Ciencias del Mar (ICM/CSIC), Instituto Mediterráneo de Estudios

Avanzados (IMEDEA/CSIC), Instituto Nacional de Meteorología (INM), Puertos del Estado (PE), Universidad de las Islas Baleares (UIB) y Universidad de Málaga (UMA). Estas instituciones han participado tanto aportando información recogida por sus propios sistemas de observación, como colaborando en el análisis de dicha información, y proporcionando material de muy diversa índole que ha contribuido a completar el mencionado libro. Según los científicos del IEO responsables del estudio, estas investigaciones deben servir tanto para aumentar nuestro conocimiento científico sobre el mar y su papel en el sistema climático terrestre, como para un asesoramiento a la Administración y, de forma general, a la divulgación científica en la sociedad.

CAMPAÑA RADMED

Precisamente en línea con los estudios realizados durante más de seis décadas, que permitieron los resultados antes

expuestos, se ha realizado una campaña oceanográfica destinada a comprobar *in situ* los efectos que está teniendo el cambio climático sobre los ecosistemas del Mediterráneo. Este es el principal objetivo de RADMED, un ambicioso proyecto del IEO que pretende monitorizar de forma periódica (durante cuatro veces al año) las aguas mediterráneas desde Barcelona hasta Málaga, incluyendo los canales de las Islas Baleares. Para ello, un equipo multidisciplinar de científicos recorrió durante el pasado mes de octubre las aguas del Mediterráneo español, en una campaña que partió el primer día de dicho mes desde el puerto de Palma de Mallorca, a bordo del buque oceanográfico del IEO Odón de Buen. Los investigadores han evaluado durante la operación variables físicas, químicas y biológicas, tales como temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto, presencia de nutrientes inorgánicos, concentración de clorofila-a y abundancia y taxonomía de



fitoplancton y zooplancton. Estos datos pueden ser excelentes indicadores de los efectos del cambio climático sobre los ecosistemas marinos. "Intentamos tomar muestras lo suficientemente representativas como para detectar las señales del cambio climático", explica el jefe de la campaña, Francisco Plaza.

Del puerto de Palma se dirigieron después a Barcelona para, posteriormente, recorrer toda la costa mediterránea española y acabar en Málaga, 26 días después del inicio de la travesía, durante la cual se tomaron muestras de un total de 78 estaciones. "La fuerza del proyecto es que no será algo aislado, sino que se pretende que tenga continuidad. La idea es observar los datos de forma conjunta cuando tengamos las mediciones suficientes y definir al Mediterráneo desde un punto de vista oceanográfico, para después hacer estudios comparativos. Pero ello requerirá un gran esfuerzo en tiempo y recursos", afirma Plaza.

El IEO ya había constatado, en investigaciones anteriores, una subida de casi medio grado en la temperatura de ciertos puntos del Mediterráneo occidental y

un ascenso del nivel del mar de unos tres centímetros en esta misma zona. Estos datos serán complementados con las nuevas aportaciones de la campaña RADMED, que centra ahora sus esfuerzos en conocer cómo afectan los cambios climáticos al Mediterráneo.

El IEO cuenta con un equipo de quince científicos dedicados al proyecto, de los tres centros oceanográficos que el IEO tiene repartidos por el litoral mediterráneo (Balears, Málaga y Murcia), los cuales se irán turnando a la hora de embarcarse en las campañas marítimas.

"Verdaderamente, este proyecto es pionero para conocer el auténtico impacto del cambio climático en el Mediterráneo occidental y supone un esfuerzo de coordinación de todos los centros del IEO en el Mediterráneo para conocer la naturaleza de las modificaciones que hemos observado en los últimos diez años. De esta manera, será más fácil saber cuáles son debidas al cambio global y cuáles se producen por otras variables como, por ejemplo, el menor aporte de agua dulce al mar", concluye el jefe de la campaña.

ENTREGADOS LOS II PREMIOS DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN MARÍTIMA Y DEL LITORAL

El pasado 12 de diciembre se celebró en el Complejo de la Mondoa y bajo la presidencia de la directora del CEPRECO, Purificación Morandeira, el acto de entrega de los Premios de Investigación e Innovación Tecnológica en la Lucha contra la Contaminación Marítima y del Litoral correspondientes a 2007. El primer premio, dotado con 6.000 euros, se concedió a Eduardo González Mazo (CSIC) por su trabajo consistente en la

modificación de una técnica analítica con el fin de aplicarla específicamente al análisis de hidrocarburos en el medio marino. El segundo premio correspondió a Juan José González Fernández (IEO) y a Joan Albaigés (CSIC) por un trabajo que describe una metodología que sirve para identificar las fuentes de contaminación por hidrocarburos y su cuantificación en los distintos compartimentos del medio marino, principalmente sedimentos y organismos. Estos galardones fueron instituidos por el Ministerio de la Presidencia con el fin de fomentar la investigación científica en esta materia.

PRESENTAN EL PROYECTO MARKETECH II PARA PROYECTOS DE I+D+I EN EL SECTOR MARÍTIMO GALLEGO

La Consellería de Pesca de la Xunta de Galicia, a través del Centro Tecnológico do Mar (Cetmar), presentó en el Instituto de Investigaciones Marinas de Vigo el proyecto Marketech II, un plan de actuación para el desarrollo de actuaciones de I+D+i en el sector marítimo pesquero gallego, que se realiza en colaboración con el Centro de Investigaciones Mariñas (CIMA), las tres universidades gallegas, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y el Instituto Español de Oceanografía (IEO). Este proyecto es una iniciativa diseñada para propiciar la definición y propuesta de proyectos de I+D+i que puedan ser considerados de especial interés e impacto potencial para los sectores vinculados al mar en Galicia, como es el caso de la pesca, el marisqueo, la acuicultura y la construcción naval, entre otros.

NICOLÁS GONZÁLEZ

SE JUBILA. Después de 40 años de fructífero trabajo en el IEO, a principios de enero se jubiló Nicolás González García-Estrada. Este químico nacido en Canarias ha sido director del Centro Oceanográfico de A Coruña y se despide tras haberse convertido en todo un referente internacional en investigaciones marinas. El 13 de diciembre los actuales y antiguos compañeros ofrecieron a Nicolás González una comida y acto de despedida en la Casa del Hombre de A Coruña. En



estas cuatro décadas este investigador ha tenido que lidiar con desastres marítimos como el Erkowit, el Urquiola, el Casón, el mar Egeo o el Prestige.

EL DÍA MARÍTIMO EUROPEO SE CELEBRARÁ CADA 20 DE MAYO

La Comisión Europea propuso el 4 de diciembre la celebración del Día Marítimo Europeo que se conmemorará anualmente en toda la Unión Europea cada 20 de mayo. Se trata de una iniciativa vinculada a la nueva política marítima integrada de la Unión Europea, que tiene como objetivo poner de relieve las actividades marítimas y concienciar a los ciudadanos, no sólo de la importancia de los

sectores marítimos, sino también de su papel "clave" para el medio ambiente marino y las regiones costeras de Europa, islas y regiones ultraperiféricas. La Comisión Europea alienta a todas las regiones, los puertos, las ciudades marítimas y otras partes interesadas a "sumarse a las celebraciones y a trabajar juntos" para que este día pueda convertirse en un futuro en centro de conferencias, fiestas e intercambio de mejores prácticas y actividades en toda la Unión Europea.





El proyecto IDEA mejora el conocimiento de la merluza y la gamba rosada en Baleares

El proyecto IDEA ha estudiado durante cinco años (entre 2003 y 2007), desde un punto de vista multidisciplinar, los efectos de la hidrodinámica y los recursos tróficos sobre los ecosistemas y la población de la merluza (*Merluccius merluccius*) y la gamba rosada (*Aristeus antennatus*) en las Islas Baleares. Se trata de un proyecto que ha sido llevado a cabo por el IEO, el CSIC (IMEDEA) y la Universitat de les Illes Balears y que ha sido financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia dentro Plan Nacional de I+D+i. Este estudio ha permitido ampliar las bases de datos de ambas especies y mejorar los métodos usados en las evaluaciones de stocks de recursos demersales, que

se realizan periódicamente y son presentadas a los grupos de trabajo de la Comisión General de Pesca del Mediterráneo. "Este proyecto es un ejemplo de cómo un estudio puede combinar su utilidad en la aplicación inmediata en gestión de recursos vivos con el impacto científico, a través de la publicación de resultados en revistas internacionales", comenta Enric Massutí, científico del Centro Oceanográfico de Baleares y coordinador del proyecto. De esta manera, el programa ha dado lugar, hasta ahora, a nueve artículos científicos, que próximamente se publicarán en la revista internacional Journal of Marine Systems y ha

generado catorce contribuciones a congresos, entre las que destacan el 11th Deep-Sea Biology Symposium, el ICES Annual Science Conference y el 38th CIESM Congress. Asimismo, dentro del proyecto se han realizado, total o parcialmente, dos tesis doctorales en 2007 y una tercera actualmente en curso. En este proyecto han participado Aina Carbonell, Paz Díaz, Beatriz Guijarro, José Luis López-Jurado, Joan Moranta, Pere Oliver, Francesc Ordines, Antoni Quetglas, Biel Pomar y Mariano Serra, del Centro Oceanográfico de Baleares y Pilar Pereda, de los Servicios Centrales del IEO. Para más información: www.ba.ieo.es/idea

LA COMISIÓN PROPONE UNA POLÍTICA MARÍTIMA COMÚN PARA LA UE

La Comisión Europea adoptó el pasado 10 de octubre una Comunicación a través de la cual define un plan de política marítima integrada para la UE que incluye una serie de formas de trabajo concretas. Esta nueva política era necesaria "debido a las grandes innovaciones científicas y tecnológicas que está experimentando este ámbito", según el citado documento. Este Plan de Acción se basa en las capacidades de Europa en investigación, tecnología e innovación en el entorno marino. Abarca una amplia gama de cuestiones como son el transporte marítimo, la competitividad del comercio marítimo, la investigación como pieza clave para el desarrollo marino, un plan de trabajo que

ordene el espacio marítimo de los estados miembros, el fomento de una red europea de clusters marítimos o lograr una estrategia para paliar los efectos del cambio climático. Uno de los objetivos de esta política es unir los intereses de Europa en estos temas, y así lo ha explicado Joe Borg, comisario de Pesca y Asuntos Marítimos, que considera esta propuesta como "un paso fundamental para los océanos y mares de Europa". Hasta ahora, las políticas marítimas son gestionadas por cada país de forma individual. Así, una política integrada modificará la manera de elaborar la política y las decisiones adoptadas en los sectores marítimos, en pleno cumplimiento del principio de subsidiariedad.

CURSO DEL SISTEMA CARIS

Entre los pasados días 1 y 5 de octubre se celebró en las instalaciones del IEO en Madrid un curso de CARIS para procesamiento de datos hidrográficos y de sonar de barrido lateral. El curso fue

impartido por Alexis Cárdenas, ingeniero de CARIS-Canadá y a él asistieron una decena de alumnos pertenecientes al IEO así como dos asistentes invitados del Instituto Hidrográfico de la Marina.

EL GOVERN DE BALEARES PROYECTA UNA PLATAFORMA TECNOLÓGICA MARINA

Incluido dentro de un proyecto denominado Centro de Investigación y Desarrollo Turístico, el Govern de Balears y el Ministerio de Educación y Ciencia planean crear una plataforma tecnológica marina que consistirá en un sistema de observación del medio acuático. Este sistema servirá para "captar información y modelarla" y trabajará, principalmente, sobre aspectos como el cambio climático y el impacto ambiental que supone la actividad turística con el fin de reducirlos. Es el proyecto estrella del Ejecutivo autonómico en materia de I+D+i, según explicó el responsable de esta área, Pere Antoni Oliver. En la mencionada plataforma se trabajará en coordinación con el Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (Imedeia) y el Instituto Español de Oceanografía (IEO), cuya actividad está más centrada en la investigación y, por ello, complementarán la actividad de esa futura plataforma tecnológica marina.



Expertos en acuicultura se reunieron en Madrid

El Encuentro Empresarial de Acuicultura –Acuabrokerage Madrid– reunió, durante los días 27 y 28 de noviembre en la capital de España, a más de 150 expertos en acuicultura de 16 países. El principal objetivo era proporcionar a los empresarios de acuicultura de España y del resto del mundo un escenario óptimo para la definición de proyectos de colaboración empresarial y de tecnología y desarrollo del I+D+i. El evento fue organizado por la Fundación Innovamar, en colaboración con la Secretaría General de Pesca Marítima, en el marco del Plan de Acción Internacional de la Acuicultura Española 2007-2008. Contó, entre otros, con la colaboración del Centro para el Desarrollo Industrial (CDTI) el Instituto Español de Oceanografía (IEO) y Apromar (Asociación Empresarial de Productores de Cultivos Marinos de España). “La acuicultura es una industria joven y por eso es importante potenciar la investigación y el desarrollo para que el sector avance. Estos encuentros cumplen un papel

fundamental ya que pone en contacto a empresas y comunidad investigadora” –comentó Javier Ojeda, gerente de la asociación Apromar– “En un mercado plenamente globalizado, España debe diferenciarse de otros mercados a través de la calidad del producto”, añadió. Una de las finalidades primordiales del encuentro fue la de impulsar el desarrollo tecnológico del sector acuícola español, potenciando el establecimiento de esquemas de

cooperación entre el tejido empresarial y los investigadores, tanto a nivel nacional como internacional, para que se pueda dar una respuesta adecuada al amplísimo potencial de esta industria. La presencia de expertos procedentes de Europa, Iberoamérica y Canadá, que asistieron a la reunión es el reflejo de la variada y compleja red empresarial e investigadora que compone el sector acuícola. El encuentro fue el escenario de



Sesión plenaria de apertura del encuentro.



Javier Ojeda, gerente de Apromar

más de 500 citas empresariales cara a cara, previamente concertadas por los organizadores, según los intereses geográficos y de actuación de cada participante, además de otros 200 encuentros espontáneos. Este carácter distintivo de otras conferencias sectoriales ha sido destacado como una iniciativa innovadora por los asistentes al evento, ya que impulsa de una manera práctica y realista el desarrollo empresarial del sector nacional e internacional a través de estos esquemas colaboración entre los distintos agentes que componen el sector.

REUNIÓN CON OSI EN MADRID

Directivos de la Iniciativa para la Seguridad de los Océanos OSI (por sus siglas en inglés), se reunieron con representantes de la Universidad Complutense de Madrid, el Real Observatorio de la Armada (ROA) y el IEO el pasado 29 de junio con el fin de planificar futuros proyectos y colaboraciones conjuntas dentro del ámbito de la seguridad en los océanos, incluidos los riesgos geológicos y climáticos. Al encuentro acudieron por parte del IEO Juan Acosta y María Gómez, por la Universidad Complutense, Andrés Carbó y José Martín Dávila representó al Real Observatorio de la Armada del Ministerio de Defensa. En el encuentro se habló sobre la cooperación española en OSI y se acordó celebrar una futura sesión informativa. OSI es una organización sin ánimo de lucro cuya meta es desarrollar y promover el concepto global de seguridad oceánica a través de una serie de conferencias regionales y de los programas que éstas crean en varias regiones alrededor del

mundo. El organismo fue creado en 2005 con una conferencia en Trípoli, (Libia).

EDUARDO BALGUERÍAS, NUEVO SUBDIRECTOR DEL IEO

Eduardo Balguerías Guerra es el nuevo subdirector general de investigación del IEO en sustitución de Javier Pereiro, que se reincorpora al Centro Oceanográfico de Vigo. Balguerías tomó posesión de su nuevo cargo el pasado mes de febrero. Este investigador, doctor en Biología Marina por la Universidad de La Laguna, ha desarrollado gran parte de su carrera profesional en el Centro Oceanográfico de Canarias de Santa Cruz de Tenerife. El nuevo subdirector está especializado en el estudio de las pesquerías africanas y antárticas, aguas en las que ha participado en numerosas campañas oceanográficas. Como investigador ha publicado numerosos artículos en revistas científicas de nivel internacional, ha cooperado en la elaboración de libros y es miembro de diferentes comités científicos internacionales.



ARGO: UN PLAN PARA OBSERVAR EL OCÉANO

El programa Argo está a punto de lograr su objetivo inicial de fondrear 3.000 perfiladores robóticos a escala mundial. El objetivo de este ambicioso proyecto, en el que España participa bajo la coordinación del Instituto Español de Oceanografía (IEO), es establecer un sistema para el monitoreo y previsión en nuestros mares y océanos similar al que usan los meteorólogos. Cada uno de estos perfiladores se sumerge a una profundidad de 1.500 metros y sube a la superficie cada 10 días, midiendo en el camino de subida la temperatura y salinidad del océano. Los datos son enviados por satélite desde la superficie, con lo que se puede disponer, en tiempo real, de las magnitudes de temperatura y salinidad de las capas superiores e intermedias de los océanos, dando lugar a una fotografía del estado del océano. La necesidad de entender la evolución del sistema climático, de predecir el tiempo atmosférico con mayor precisión y antelación, y de

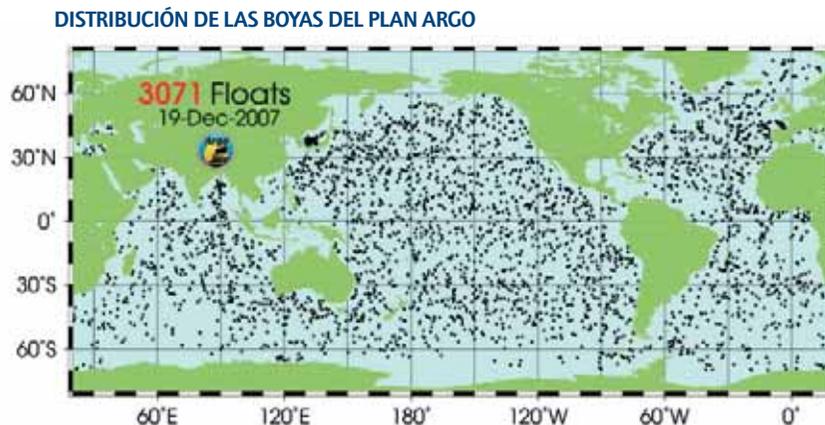
conocer el estado del mar ha propiciado la creación del denominado Sistema Global de Observaciones del Océano (GOOS, por sus siglas en inglés). Los beneficios de un sistema global de observación del océano, que sirva para comprender los modelos de la circulación general del océano y de la evolución de sus propiedades, ayudará a vislumbrar y observar los



procesos del cambio climático. Además, esas mismas particularidades influyen sobre la distribución y riqueza de los caladeros de pesca. El interés de la Comisión Europea por las actividades relacionadas con la observación de la tierra llevó a que la contribución europea a Argo, (Euro-Argo) fuera incluida, a finales de 2006, dentro de la hoja de ruta redactada por el Foro Estratégico Europeo sobre Infraestructuras de Investigación. Euro-Argo se plantea el mantenimiento de un tercio del total de la red de boyas perfiladoras Argo, lo que supone un despliegue de 250

perfiladores por año. “No obstante, la financiación no está asegurada, y este es el reto que tiene el consorcio de instituciones que conforman Euro-Argo”, afirma Pedro Vélez Belchí, investigador del Centro Oceanográfico de Canarias, que coordina el proyecto en España. Además, el Plan Nacional de I+D+i ha financiado un total de diez boyas como contribución española al proyecto. “Pero la participación española no está asegurada más allá de 2008 y, todavía, no está a la altura de lo deseable para un país como España. “La contribución de países similares es del orden de 70 perfiladores por año”, añade

el investigador. El beneficio más inmediato de Argo ha sido lograr una mayor precisión en el cálculo del calor almacenado por el océano. Éste es un factor clave en la determinación del ritmo del calentamiento global climático y de la elevación del nivel del mar, así como en la previsión de su progresión en el futuro. El plan revolucionará la recogida de información de las capas superiores de los océanos, de gran importancia climática, y proveerá de 100.000 perfiles marinos de gran calidad de temperatura y salinidad, así como de datos, a escala global, sobre las corrientes oceánicas. Las



JUAN JOSÉ GONZÁLEZ NOMBRADO VOCAL DE LA AGENCIA GALLEGA DE EMERGENCIAS

Juan José González, director del Centro Oceanográfico de Vigo fue nombrado el pasado 14 de diciembre vocal del Consejo Rector de la nueva Agencia Gallega de Emergencias, que se encarga de analizar y ejecutar la política autonómica en gestión de emergencias y protección civil en la comunidad gallega. El director del Centro de Vigo es uno de los tres expertos de reconocido prestigio que han sido nombrado vocales asesores de la citada agencia y su responsabilidad serán las emergencias marítimas.

posibilidades de aplicación de Argo en la investigación están llevando a una mejor comprensión de cómo el océano y la atmósfera interactúan en condiciones tanto normales como extremas, como es el caso de los huracanes y los ciclones tropicales. Además, tiene otras aplicaciones prácticas como es el de seguimiento de vertidos de petróleo y la ayuda a la pesca.



JORNADAS SOBRE OCEANOGRAFÍA Y BIOLOGÍA MARINA EN SANTANDER

Las Jornadas de Oceanografía y Biología Marina de la Universidad de Cantabria, organizadas por el Aula de la Ciencia para conmemorar el Año de la Ciencia en España, se celebraron en el Paraninfo de la Universidad de Cantabria durante los días 5 y 7 de noviembre. En ellas se analizaron los efectos del cambio climático en los océanos a través de una serie de charlas. Las conferencias estuvieron impartidas por los investigadores del IEO Ignacio Olaso, Francisco Sánchez, Alicia Lavín, Carlos Fernández y el director del Centro Oceanográfico de Gijón, Luis Valdés. En ellas se abordaron aspectos relacionados con sus investigaciones, como la acuicultura, los ecosistemas

marinos o la importancia de la Antártida en la vida del Planeta.

EL IEO INVESTIGÓ LOS RECURSOS DEMERSALES AL NORTE DE GRAN SOL

La campaña Porcupine del IEO analizó los recursos pesqueros demersales, explotados por la flota española al oeste de Irlanda. Los resultados de la investigación permitirán conocer la evolución, con respecto a los años anteriores, de la abundancia de las especies citadas en la zona mencionada. El buque oceanográfico Vizconde de Eza partió del puerto de Vigo el 8 de septiembre y los trabajos en el mar tuvieron una duración de 31 días. Durante un mes se realizaron unas 80 pescas, con un rango de profundidades entre 180 y 800 metros. El personal científico estuvo compuesto por cuatro científicos y nueve ayudantes de investigación del IEO.



EL ICES COORDINA EN PALMA LAS CAMPAÑAS DE ACÚSTICA Y DE HUEVOS DE SARDINA Y ANCHOA

El Consejo Internacional para la Exploración del Mar (CIEM/ICES) celebró en el Centro Oceanográfico de Baleares la reunión para la aplicación de métodos directos (acústica y huevos) sobre especies pelágicas de vida corta en el sur de Europa. Una veintena de científicos de Francia, Portugal y España abordaron, entre el 26 y el 30 de noviembre, la coordinación y estandarización de las campañas sistemáticas que utilizan estas metodologías en la zona. Además, exploraron la posibilidad de su integración y la inclusión de información biológica y ambiental para estudiar las relaciones de la sardina y la anchoa con la comunidad pelágica. La presidencia del

Grupo de Trabajo correspondió a Miguel Bernal, de la Estación de Biología Pesquera de Cádiz del IEO. Además, se analizaron los datos sobre los juveniles de anchoa en el Golfo de Vizcaya, que “no muestran una mejoría respecto a la situación, ya preocupante, de 2006”, según comentan los investigadores. Por su parte, la población de sardina presenta una situación estable comparando el mismo periodo. Durante la reunión también se presentaron y discutieron una serie de mejoras técnicas del método de evaluación acústica que permiten analizar más datos y obtener una visión espacial más amplia de los resultados.

ESPAÑA Y ÁFRICA GESTIONARÁN CONJUNTAMENTE LA SALVAGUARDA DEL MAR DE ALBORÁN

Marruecos, Argelia y España han creado un Comité de manera conjunta para promover estrategias sostenibles encaminadas a salvaguardar las especies del Mar de Alborán. Esta fue una de las conclusiones a las que llegaron el pasado 30 de noviembre en Málaga un grupo expertos que han puesto en marcha un proceso de intercambio de datos y discutieron durante dos días las medidas de acción deseables en este entorno. Este Comité de Coordinación estará encaminado a asesorar y dirigir las actuaciones que los países participantes lleven a cabo y contará con la participación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). La anfitriona del encuentro fue la Diputación de Málaga y representando a España estuvieron presentes la Junta de Andalucía, el Instituto Español de Oceanografía, los ministerios de Educación y Ciencia, Asuntos Exteriores y Fomento, así como la Sociedad Española de Cetáceos, Ecologistas en Acción, Adena-WWF, el Aula del Mar y las universidades de Málaga, Sevilla y Córdoba.

Luis Valdés, coordinador de un grupo de trabajo del ICES

El director del Centro Oceanográfico de Gijón, Luis Valdés fue nombrado el pasado mes de septiembre por el ICES (Internacional Council for the Exploration of the Sea) coordinador de un grupo de trabajo que va a estudiar los efectos y las evidencias del

cambio climático en el Atlántico Norte. La institución ha creado este grupo de expertos de carácter multidisciplinar para el análisis de las consecuencias del cambio climático global en el área ICES (Atlántico Norte) y en él estarán representados las distintas ramas en las que

trabaja el organismo internacional. Debido a la situación estratégica de sus aguas, el estudio del área ICES tiene una gran importancia a la hora de comprender las consecuencias del cambio climático en el océano global.

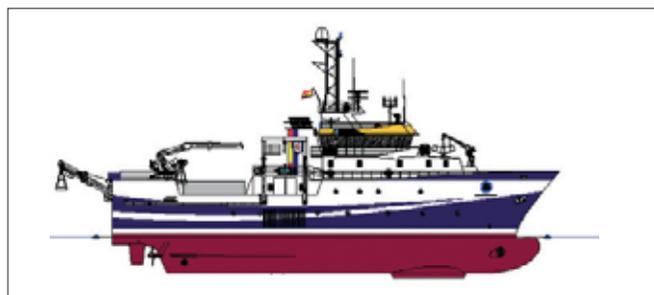


NUEVOS BUQUES OCEANOGRÁFICOS PARA EL IEO

El IEO contará con dos nuevos buques oceanográficos de ámbito regional. Se trata de dos barcos oceanográficos multipropósito, gemelos, de 46 metros de eslora y 10,5 metros de manga, que serán entregados a finales de 2009 y 2010 respectivamente. Estarán equipados para la realización de estudios de geología marina, oceanografía física, química, biología marina, pesquerías y lucha contra la contaminación. La construcción de los dos nuevos navíos fue adjudicada el pasado mes de septiembre al astillero vigués MCIES. Los buques tendrán una autonomía máxima de diez días y estarán diseñados para emitir muy bajo nivel de ruido radiado, de acuerdo con las recomendaciones del ICES, lo que permitirá que su navegación no afecte al comportamiento natural de los peces que se encuentren en los alrededores de su actividad. Las naves estarán dotadas con modernos sistemas de automatización, incluyendo puente integrado y posicionamiento dinámico (DP1), que permitirán operar con menos tripulantes y

garantizarán la máxima seguridad en situaciones climatológicas adversas. Contarán con propulsión diesel-eléctrica con doble línea de ejes, con sistemas de optimización de la eficiencia para aumentar la potencia sin incrementar el consumo. El nuevo proyecto tiene, además, la categoría Clean Ship (relativa al vertido y gestión de basuras), y con la calificación Confort+, que se otorga a los barcos que cumplen las más altas exigencias en materia de habitabilidad y confort para la tripulación. El importe del proyecto asciende a 30 millones de euros. Entre los equipamientos se incluye una sonda biológica multifrecuencia EK60 con 5 frecuencias y un ADCP (de 150 kHz) montados en quilla retráctil. También se instalará

una barquilla a proa para permitir el montaje de una sonda multihaz, así como una sonda geológica. Además, contará con maquinillas de pesca y chigres electromecánicos e hidrográficos con pórticos en estribor y popa. El buque podrá montar hasta cuatro contenedores de 20 pies. Por otro lado, el IEO ha elaborado, a través de concurso público, un proyecto conceptual para el diseño de un innovador buque oceanográfico que reemplace al Cornide de Saavedra. El nuevo navío, que tendrá 70 u 80 metros de eslora, asumirá las misiones que el Cornide realiza en la actualidad pero con capacidades tecnológicas más modernas y avanzadas que le permitan asumir nuevos retos científicos.



Hallados hábitats de gran valor frente a las costas de Málaga

Científicos del IEO hallaron durante la campaña de investigación oceanográfica Deeper 2007-09, que se realizó en aguas del Mar de Alborán durante el pasado mes de septiembre, una serie de comunidades submarinas de gran valor natural frente a las costas de Málaga. Los investigadores encontraron fondos de *Leptometra*, un pariente de la estrella y del erizo de mar que, al estar situada en la base de la cadena trófica, tiene una alta producción biológica y aporta calidad a su hábitat. La exuberante actividad del hábitat atrae a muchas otras especies que lo utilizan como zona de puesta y de crecimiento durante los primeros meses de vida. Un monte submarino en el mar de Alborán ha sido el lugar donde se ha encontrado a este singular inquilino. Este relieve prominente forma parte de un conjunto constituido por cuatro montes que se agrupan bajo el topónimo de Banco de Djibouti. El monte, cuyo nombre invoca

a la localidad andaluza de Algarrobo, tiene una altura de unos 600 metros con respecto al fondo marino que le circunda y su cumbre, ligeramente aplacerada, se encuentra a unos 260 metros de profundidad. Se baraja la posibilidad de que en un futuro próximo sea objeto de protección por parte de la Unión Europea, ya que se trata de uno de los hábitats que la ONU ha definido como vulnerables, después del hallazgo realizado por el Instituto Español de Oceanografía. Entre la comunidad científica existe gran interés por conocer la vida submarina en estos lugares aislados del fondo marino, bastante alejados de la costa y bañados por aguas profundas que circulan por todo el mar Mediterráneo, ya que pueden llegar a constituir auténticos oasis de vida en los que subsisten especies de gran interés ecológico. Se trata de la primera vez que un grupo de investigadores españoles, liderados por el investigador Juan Gil Herrera,

analiza minuciosamente la cumbre de un monte submarino en el mar de Alborán. Deeper es una iniciativa del Instituto Español de Oceanografía que tiene como objetivo principal sentar las bases científicas que posibiliten el desarrollo de un modelo de gestión ambiental de los hábitats submarinos que integre, con un enfoque científico pluri e interdisciplinar, las relaciones existentes entre el medio físico, la biodiversidad y los recursos vivos explotables en el eje Golfo de Cádiz-Estrecho de Gibraltar-Mar de Alborán.



Sue Scott (published: in the MarLIN web site)



Científicos del Centro de Vigo logran grandes avances en el cultivo de la merluza



El cultivo de la merluza está desde hace muchos años en el punto de mira de muchos investigadores, pero las sucesivas tentativas de criarla en cautividad no han tenido demasiado éxito. No obstante, la suerte parece estar cambiando. Un total de 45 ejemplares de merluza, de los 150 capturados en el medio natural el pasado mes de

agosto y trasladados a la planta de cultivos del centro vigués del Instituto Español de Oceanografía (IEO), han logrado sobrevivir en los tanques de cultivo a los cuarenta días de su captura. José Iglesias, investigador del IEO, comentó que “resultados previos de captura de merluza con fines de mantenimiento para su posterior cultivo no superaron en ningún caso el

10 por ciento de supervivencia, por lo que los resultados obtenidos hasta el momento, que rondan el 30 por ciento, se consideran esperanzadores”. Esto sólo es un primer paso. Pero muy importante. “El siguiente objetivo será conseguir que coman pescado inerte y, después, pasar al congelado. Si se logra que aún así sobrevivan, en seis meses se les podrá dar pienso”, manifestó Iglesias. “Después, habrá que ir controlando su crecimiento y engorde en cautividad y, si para entonces aún no han muerto, es posible que de estos ejemplares se obtenga un stock de reproductores”. Ésos son, en definitiva los pasos que permitirán cerrar el ciclo de cultivo de la merluza, un proceso que, traducido a tiempo, puede significar dos años. El primer obstáculo se encuentra ya en el mismo momento de capturar los ejemplares para desarrollar el proyecto de formar un stock de reproductores, ya que la

merluza es una especie demersal (que habita en fondos profundos) y, al capturarla y subirla, el cambio de presión hace que los ejemplares lleguen a la superficie con la vejiga natatoria inflada, por lo que hay que pincharla y no es fácil que sobrevivan a esa operación. El equipo del IEO vigués que desarrolla este proyecto, denominando Culmer (Cultivo de Merluza)- está también integrado por los científicos Rosa María Cal y Javier Sánchez. Los ejemplares de merluza con los que ahora se experimenta fueron capturados en la campaña de



tres días desarrollada el pasado mes de agosto por los científicos con la colaboración del Aquarium Finisterrae y de la Cofradía de Pescadores de Baiona. En aquella campaña fueron capturados 150 ejemplares que fueron trasladados a la planta de cultivo de Cabo Estay, donde se mantuvieron a temperaturas frías en tanques diseñados para tal fin. Si progresa la tentativa, se buscará financiación externa, ya sea en la Xunta o en el marco de los planes nacionales, del Ministerio de Agricultura y Pesca, para continuar con el cultivo de esta especie.

EXPOSICIÓN SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN GIJÓN

El Centro Oceanográfico de Gijón organizó una exposición, en el marco del Año de la Ciencia, entre los días 27 y 30 de noviembre. Su principal objetivo era que tanto niños como adultos comprendan qué es y qué consecuencias tiene el cambio climático. El director del centro, Luis Valdés, explicó que, en ella se han mostrado “pequeños experimentos” para que niños y mayores puedan tocar y comprobar con sus propias manos los efectos de la contaminación. Así, entre otras cosas, los visitantes pudieron comprender, por ejemplo, cómo se produce el efecto invernadero o el deshielo, cómo funciona el uso de energías alternativas o la llegada de especies exóticas al Cantábrico. En la exposición, con un carácter visual e interactivo, se pudo comprobar cómo cambia el pH del mar y cómo llega a afectar a una almeja, por ejemplo. La principal finalidad de la exposición según Valdés es que “al entrar por la vista, la gente lo entienda mejor y tome más conciencia del cambio climático”. Además, el día 30 se entregaron los premios a los escolares ganadores del I Concurso de Dibujo sobre Organismos Marinos, celebrado con motivo del Año de la Ciencia en el objetivo de promover la divulgación científica en las aulas.



Presentado el proyecto de reestructuración del Centro Oceanográfico de Tenerife

El plan de remodelación de las instalaciones del Instituto Español de Oceanografía (IEO) en Canarias, que supone la construcción de un nuevo edificio y la ampliación de la planta de cultivos marinos, fue presentado el pasado día 29 de noviembre por el secretario de Estado de Universidades e Investigación, Miguel Ángel Quintanilla, junto con la directora del Centro, María Ángeles Rodríguez, y el director general del IEO, Enrique Tortosa. El presupuesto del proyecto supera los diez millones de euros, de los que 9,5 millones irán destinados a la construcción de la sede y 700.000 al proyecto de remodelación de la planta de cultivos marinos. Quintanilla comenzó el acto de la presentación del nuevo proyecto felicitando a los trabajadores del Instituto por "haber seguido trabajando en las circunstancias adversas en las que lo hicieron, después de la catástrofe que sufrió el antiguo edificio del Instituto a principios

de 2007". A continuación, añadió que "con el nuevo centro mejoraremos las condiciones de trabajo y las cuadruplicaremos". Por su parte, la directora del Centro también mostró su satisfacción por poder presentar el proyecto de la nueva sede, que "está llamado a desempeñar mayores tareas y proyectos de investigación", según remarcó. "Hemos sufrido retrasos en algunas investigaciones, pero estamos recuperándonos para superar dichos retrasos tras el traslado forzoso de este año. Hemos podido conservar el 80 por ciento del material de investigación", indicó Rodríguez que también aseguró que "el nuevo proyecto que se presenta

se adaptará a todas las líneas de investigación del Centro". "Se nos planteó un problema cuando se produjeron los desprendimientos en el antiguo edificio para sacar todo el material de investigación. Tuvimos que poner en marcha y acelerar el proceso de construcción del nuevo Centro mientras seguíamos trabajando en una sede provisional", aseguró Enrique Tortosa, director general del IEO. Asimismo, destacó el "gran comportamiento de los trabajadores e investigadores ante la crisis, ya que se resolvió en un tiempo récord". Tortosa subrayó las singularidades del nuevo proyecto, ya que "va a

ser un edificio ejemplar y de gran prestigio en el país, con el que poder lanzar una nueva era de investigación del Instituto". Asimismo, aseguró que "este proyecto se enmarca dentro de un programa de reforzamiento de los centros de investigación, que se desarrolla dentro de los esfuerzos conjuntos de los organismos públicos, las universidades y las administraciones autonómicas". El edificio proyectado, diseñado por el estudio de arquitectura de Cuende y Gutiérrez Asociados, se instalará en una parcela de 10.495 metros cuadrados de superficie, en una zona de expansión aledaña a la actual Dársena de Pesca, junto a la Planta de Cultivos Marinos del IEO. Esta instalación supondrá la creación de un centro unificado en investigación marina y acuicultura único en España. El nuevo inmueble, que tendrá una superficie total construida de 8.468 metros cuadrados, destaca por la disposición de volúmenes y espacios libres a modo de patios, que lograrán aumentar la línea de fachada y

las posibilidades de ventilación de un edificio que dará respuesta a los valores de sostenibilidad y eficiencia energética. La construcción, con una altura de tres plantas, tendrá un carácter longitudinal, basada en una pieza lineal de comunicaciones, que actuará como una especie de espina. En ella, y a modo de galería, se irán introduciendo elementos, también lineales, de comunicación vertical, tales como las rampas entre niveles, que se articulan entre vacíos y huecos y que permitirán una comunicación visual entre las plantas. El edificio integrará en distintos volúmenes los espacios dedicados a las labores de investigación y aquellos usos más abiertos al público general, y se completará con la inclusión en el proyecto de una pequeña residencia para científicos y visitantes. En cuanto a la Planta de Cultivos Marinos, el proyecto de remodelación –prácticamente terminado– la dotará de una nueva zona de experimentación. Esta infraestructura aportará los medios para ampliar las líneas



de investigación actuales y posibilitará iniciar otras consideradas necesarias y de gran interés como son la selección de nuevas especies para la acuicultura, los estudios de nutrición en las diferentes fases de cultivo o los estudios de patología. Durante el acto también se presentó el nuevo mapa topobatemétrico en relieve del fondo marino de las islas realizado por científicos del IEO, de interés divulgativo y didáctico. Tortosa destacó que "el mapa permitirá a los ciudadanos comprender la aportación científica del Instituto". Asimismo, confirmó que "será distribuido en todos los centros escolares de Canarias".

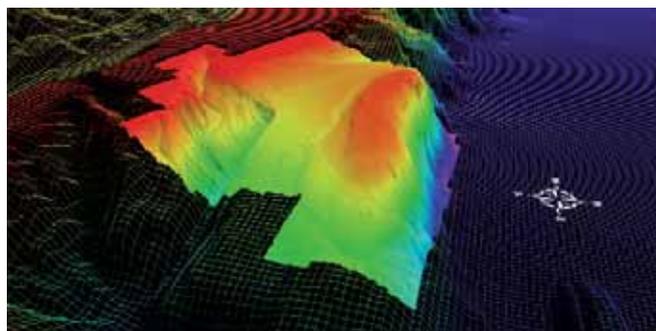


Miguel Ángel Quintanilla (en el centro) acompañado de María Ángeles Rodríguez y Enrique Tortosa.



La Ley de Biodiversidad apuesta por las reservas marinas

Actualmente, tan sólo el 3% de los ecosistemas marinos españoles posee alguna figura de protección. Por esta razón, la Ley de Biodiversidad y Patrimonio Natural, aprobada el pasado día 21 de noviembre por el Congreso de los Diputados, prevé la creación de Áreas Marinas Protegidas, figura que pretende igualar la protección de los hábitats y especies del mar con la terrestre. La norma viene a actualizar la Ley de Conservación de 1989, que no recogía ninguna protección definida para el medio marino. La Red de Áreas Protegidas podrá incluir zonas marinas comprendidas hasta las doce millas en el Mediterráneo y hasta las 200 millas en la costa atlántica española. Esta nueva norma también incluye la realización del primer inventario nacional de hábitats y especies terrestres y marinos. Las reservas marinas contarán con un Plan de Ordenación de Recursos Naturales, como se hace ya en las terrestres, que deberá contemplar qué actividades deben quedar



prohibidas y cuáles se permiten. Otra novedad de la norma es la posibilidad de crear reservas transfronterizas, tras un acuerdo con los países vecinos. Entre las candidatas a formar parte de esta nueva figura, destacan el Cap Breton en el Golfo de Vizcaya (España-Francia), y las montañas submarinas y conos volcánicos de Alborán (España-Marruecos). Según Antonio Serrano, secretario general para el Territorio y la Biodiversidad, para la designación de la Red de Áreas Marinas Protegidas se tendrán en cuenta las reservas pesqueras y los trabajos del CSIC, del IEO y de organizaciones como WWF/Adena y Océana. Con la

creación de esta figura, España comenzará a cumplir el Convenio Oskar, por el que hace 10 años los países europeos se comprometieron a proteger el 10% de sus áreas marinas y cuya primera avanzadilla fue la declaración del caladero asturiano del Cachucho, (una montaña marina de una extraordinaria riqueza natural situada a 65 kilómetros de la costa de Ribadesella) como primera zona protegida de España íntegramente marítima. El estudio de esta zona fue promovido por el Centro Oceanográfico de Santander. Además, recientemente ha sido aprobado por la UE, al amparo del VII Programa Marco y dentro de la convocatoria Life+ el proyecto INDEMARES.

Coordinado por la Fundación Biodiversidad, y con un presupuesto de más de 16 millones de euros, se trata de un ambicioso plan en el que participan instituciones como el IEO, el CSIC así como diversas organizaciones ecologistas. El objetivo es el estudio multidisciplinar de nuevas áreas marinas de interés ecológico en España con la finalidad de incluirlas dentro de la Red

Natura 2000 del Estado español. El debate sobre la necesidad de este tipo de reservas está más vivo que nunca. Reflejo de ello fue la celebración un de el Simposio Europeo sobre Reservas Marinas que celebrado en el auditorio de la Región de Murcia entre el 24 y el 29 de septiembre y donde se puso de manifiesto la importancia de que estas zonas están teniendo como beneficio directo a la

pesca ya que ayudan a recuperar poblaciones, que de otro modo se irían esquilmando debido a que el exceso de biomasa en el interior de estas reservas hace que salgan fuera, hacia las zonas de pesca. El simposio pretendía integrar los aspectos ecológicos, económicos y sociales del desarrollo de las reservas marinas, facilitando la discusión científica, de gestión y política.

SEMANA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN MURCIA

La Planta de Cultivos de Mazarrón del Centro Oceanográfico de Murcia estuvo presente en la Semana de la Ciencia y Tecnología en Murcia, que se celebró del 25 al 28 de octubre en el Jardín de San Esteban. El IEO colocó un estand donde se explicaron las técnicas de cultivos de peces mediterráneos, se mostraron las distintas especies cultivadas y se expusieron los diferentes proyectos de investigación de la Planta de Cultivos. Además, dentro de los actos por la Semana de la Ciencia se organizó el día 30 de octubre una jornada de puertas abiertas.

NACE EL CLUSTER MARÍTIMO ESPAÑOL

El pasado 19 de octubre de 2007, tuvo lugar en la sede del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC), la reunión de la Asamblea Constituyente que ha dado origen al nacimiento de la Asociación Cluster Marítimo Español que pretende ser el mayor cluster industrial de España, pues su objeto, es representar al conjunto de sectores y actividades relacionadas con el mar, sector que representa el 3,24% del PIB español y emplea de manera directa al 2,3% de su población activa. Al acto de apertura asistió el director general de Desarrollo Industrial, quién manifestó su apoyo al nacimiento del cluster y señaló que mediante el mismo se logra " que un viejo sueño del sector marítimo se haga por fin, una realidad".



Avistamiento de cetáceos en el Atlántico Norte

Entre el 17 de julio y el 1 de agosto del pasado año, el Instituto Español de Oceanografía (IEO) realizó una campaña de avistamiento de cetáceos en aguas del Atlántico Nordeste cercanas a Galicia, dentro del proyecto internacional CODA, con el fin de evaluar la abundancia de distintas especies de cetáceos en el Atlántico Norte. El resultado de este estudio permitirá estimar el impacto de las actividades humanas sobre los cetáceos y proponer las medidas de gestión adecuadas para su protección. *Texto. Santiago Lens, jefe de campaña del Proyecto CODA-IEO*

La campaña CODA-IEO forma parte del proyecto internacional Cetacean Offshore Distribution and Abundance in the European Atlantic (CODA), en español Distribución y Abundancia de Cetáceos en Aguas Oceánicas del Atlántico Europeo. El proyecto preveía la realización, en julio de 2007, de campañas simultáneas de avistamiento de cetáceos en el Atlántico Nordeste, con la participación de barcos y científicos de varios países europeos. El objetivo de las campañas era la obtención de información sobre la distribución, abundancia y hábitat de las principales poblaciones de

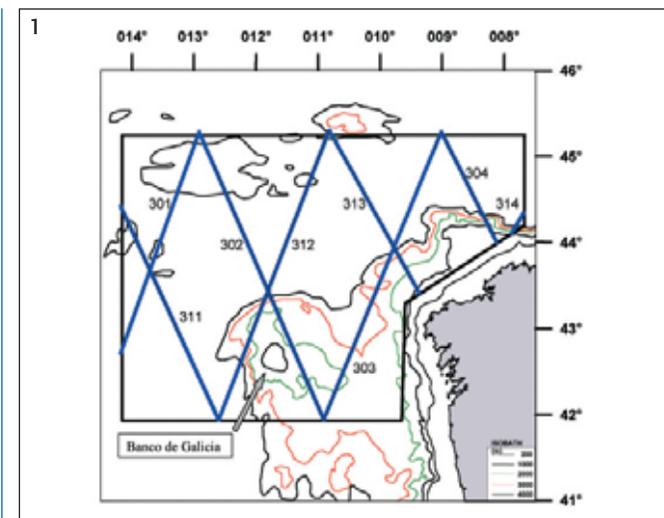
cetáceos en las aguas oceánicas europeas, comprendidas entre las plataformas continentales y las 200 millas de la Zona Económica Exclusiva (ZEE). Aunque las especies prioritarias para el proyecto CODA son el delfín común, el delfín mular, el cachalote y los zifios, se recogió información sobre todas las especies observadas, entre las que se incluyen rorcales, calderones y delfines oceánicos. Esta información permitirá valorar el impacto relativo de las capturas accidentales en las pesquerías comerciales y de otras amenazas para la conservación de los cetáceos y proponer las adecuadas medidas de gestión.

Los bloques 3 y 4 del área CODA, más próximos a las costas españolas, fueron explorados por el IEO, con el B/O Cornide de Saavedra, y por el Instituto AZTI-Tecnalia, con el B/O Investigador, respectivamente. La información obtenida en estos bloques se integrará con la obtenida en las campañas desarrolladas más al norte, para hacer una estimación cuantitativa de la distribución de cetáceos en el Nordeste Atlántico. Para estudiar el hábitat de los cetáceos, distintos equipos del Instituto llevaron a cabo actividades de investigación en paralelo con los avistamientos.

La obtención de datos de temperatura, salinidad y fluorescencia de las masas de agua, y la utilización de métodos acústicos para conocer la distribución y características de la comunidad de zooplankton, pueden contribuir a explicar la presencia estacional de los rorcales comunes en estas aguas.

Metodología

El carácter multidisciplinar de la campaña y la diversidad de objetivos de investigación hicieron necesaria la repartición del tiempo de trabajo disponible entre los diferentes equipos. Se estableció un periodo de avistamiento fijo diario de doce horas, entre las 8.00 y las 21.00 horas, haciendo una parada de una hora, de 12.00 a 13.00, para facilitar los turnos de comedor de los observadores. El tiempo restante se utilizó para trabajos de oceanografía y el desplazamiento entre estaciones. Los avistamientos se realizaron siguiendo una metodología común para todos los cruceros CODA, basada en una combinación de los métodos de transectos lineales y de captura-recaptura, denominada Doble Plataforma. El diseño de los



1. Área y transectos de la Campaña CODA-IEO
2. Observadora en la plataforma de seguimiento, con los prismáticos



PARA INVESTIGAR LA PRESENCIA DE LAS MASAS DE EUFAUSIÁCEOS, ALIMENTACIÓN PREFERENTE DE LOS RORCUALES COMUNES, SE PROCEDIÓ A REALIZAR UN RASTREO ACÚSTICO.

transectos en zig-zag se obtuvo por medio del programa Distance. La cobertura completa de los ocho transectos obtenidos permitiría una doble cobertura al azar del área. Se utilizaron simultáneamente dos plataformas de observación, situadas en puntos con buena visibilidad y aisladas entre sí visual y acústicamente. Este método permite obtener estimas de abundancia, la función de la probabilidad de detección de cada especie y posibles respuestas de los animales al movimiento del barco. En cada una de las plataformas hubo un observador a cada costado del barco. Otros dos miembros del equipo de observadores se encargaron de recoger información sobre las condiciones meteorológicas y los datos de cada avistamiento, mediante el programa de adquisición de datos Logger, y de identificar los avistamientos duplicados entre las dos plataformas. En la plataforma

conocida como primaria los observadores avistan el área situada más cerca del barco (hasta 500 metros) sin ayuda de equipo óptico especializado. Los ángulos se calculan por medio de angulómetros y cada observador dispuso de un estimador de distancias, adaptado a su altura y longitud de brazo. La plataforma de seguimiento va situada encima de la primaria y en ella los observadores avistan la zona más alejada del barco (a partir de los 500 metros de distancia), utilizando de manera combinada unos prismáticos 7 x 50 y otros de gran aumento (Big eyes). Las distancias se miden por medio de una cámara de video incorporada a la estructura de los prismáticos y los ángulos se determinan por medio de una cámara web. Los observadores de ambas plataformas están comunicados con el observador que hace la toma de datos en el programa Logger. Cada vez que se produce un avistamiento se

acciona un botón que permite almacenar las correspondientes grabaciones sonoras y de las cámaras web y video, para posteriores comprobaciones. Un observador de aves mantuvo periodos de observaciones a lo largo de toda la campaña, utilizando prismáticos de 10 x 50 y siguiendo el protocolo desarrollado por SEO/BirdLife para definir áreas importantes para las aves marinas. Durante la campaña se utilizó también tecnología acústica para la detección de cetáceos, por medio de técnicas de monitorización pasiva. Esta tecnología permite detectar de forma automática y en tiempo real las vocalizaciones de los mamíferos marinos. El equipo está formado por dos ordenadores, uno para el registro de altas frecuencias (para marsopas) y otro para las

de rango medio (para delfines, zifios y cachalotes), que van conectados por medio de un cable de fibra óptica a un sistema de hidrófonos remolcado al costado del barco. La línea de hidrófonos lleva seis elementos en dos grupos (2 x 2 hidrófonos y un sensor de profundidad), situados a 200 y 400 metros respectivamente. Se hicieron también pruebas para perfeccionar el funcionamiento del equipo y de los algoritmos utilizados en las aplicaciones informáticas para la detección automática de los cetáceos (PAM). La toma de datos de oceanografía (hidrología y zooplancton) se adaptó al formato de la campaña de avistamiento y comprendió muestreos en continuo y estaciones fijas. Se tomaron datos de hidrología en superficie por medio de un termo-

salinómetro SB 21 y un fluorómetro Turner Designs, que estuvieron funcionando en continuo durante toda la campaña. Se establecieron turnos de trabajo para mantener activa la toma de datos las veinticuatro horas. Durante el día se efectuaron dos estaciones fijas, una en la parada del mediodía y la segunda a las 21.00 horas, al término del periodo de avistamiento. En cada estación se procedió al lanzamiento de un CTD hasta una profundidad de 250 metros y se hizo una pesca vertical de zooplancton con una red WP2 de 65 centímetros de diámetro de boca y malla de 200 µm largando 300 metros de cable. Ambos instrumentos iban dotados de dispositivos (Minilog) para comprobar la profundidad real alcanzada. En el periodo nocturno se realizaron otras dos estaciones

de hidrología, en un recorrido triangular, situando las estaciones en los vértices del triángulo. La separación entre las estaciones fue de unas 15 millas. La información sobre la temperatura en la columna de agua obtenida con el CTD se complementó con el lanzamiento de sondas desechables XBT, que permiten obtener dicha información sin necesidad de detener el barco. Los lanzamientos se espaciaron regularmente a lo largo de los transectos, en función del tiempo transcurrido o la distancia navegada desde el lanzamiento anterior. Para investigar la presencia de las masas de eufausiáceos, que constituyen la alimentación preferente de los rorcuales comunes, se procedió a realizar un rastreo acústico del área de avistamiento. Para ello se utilizó una ecosonda multifrecuencia



EK60, con frecuencias de emisión de 18, 38, 70, 120 y 200 Khz. El equipo estuvo en funcionamiento las veinticuatro horas, atendido por turnos de tres instrumentistas. Debido a las grandes profundidades del área a prospectar, se decidió fijar la profundidad de trabajo en 500 metros, de los cuales se visualizan los 300 primeros. Como valor de partida para la cadencia de tiro (ping rate) se adoptó un intervalo de 0,20 segundos, que se fue modificando para evitar el registro de falsos ecos del fondo. El rastreo efectuado durante el día sobre los transectos para avistamientos se completó con recorridos nocturnos sobre los mismos y sobre las rutas entre estaciones.

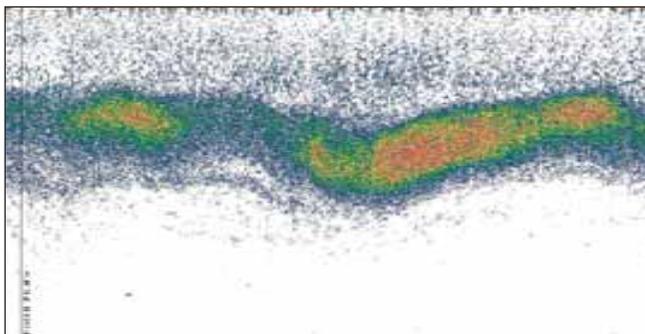
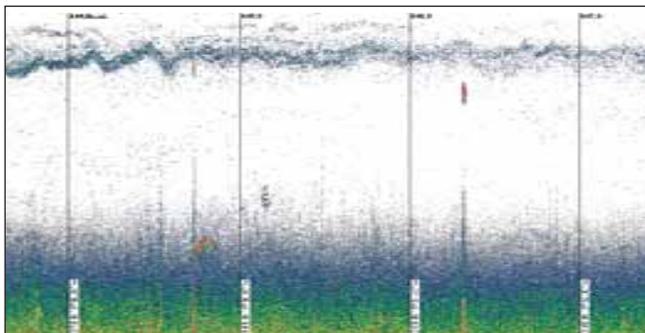
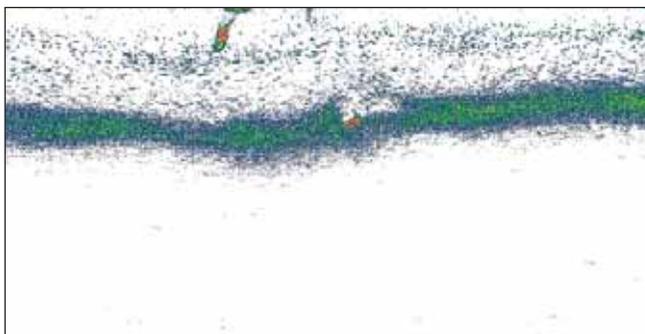
Para poder identificar los organismos de los ecos detectados por la ecosonda se hicieron pescas con una red de muestreo de necton, diseñada a partir de una red Juday-Bogorov. La red mide aproximadamente 7 metros de largo y 2 metros de diámetro en su boca, que va montada sobre un tubo de acero. A la red se le acopló un minilog para determinar su trayectoria durante la pesca. Para no interferir con la toma de datos

de avistamiento, se decidió que la identificación de ecos se haría sólo durante la noche. La posición de las estaciones nocturnas se fue decidiendo día a día con el capitán, previa consulta con los equipos de acústica, hidrología y zooplancton.

Resultados

Se navegaron un total de 2.564 millas a lo largo de 14 días, sobre fondos entre 200 y 4.000 metros. En general las condiciones meteorológicas fueron aceptables durante la mayor parte de la campaña, si bien los días 22 y 23 de julio hubo necesidad de interrumpir los avistamientos y las maniobras con los aparatos, debido a la reducida visibilidad por la niebla y al mar de fondo. El día 30 se repitieron las malas condiciones, alcanzando el viento fuerza 7 durante la noche, lo que obligó a abandonar definitivamente la cobertura del último transecto. Se recorrieron 2.134 kilómetros en esfuerzo de observación a lo largo de los ocho transectos diseñados, con una cobertura del 94,88% de la ruta prevista. La velocidad de cruce sobre los transectos fue de 10 nudos.

En la parte superior eco a 120 Khz de una pesca compuesta únicamente por krill. Se aprecian también unas características manchas con núcleo rojo. En el centro, ecograma de las manchas rojas que producen un ruido sobre el fondo, a 200 Khz. En la parte inferior, eco o mancha de una agregación de salpas, sygnátidos y decápodos.



Avistamientos de cetáceos
Desde la plataforma primaria se hicieron un total de 163 avistamientos, constituidos por individuos aislados o grupos de animales. El rorcual común fue la especie más frecuentemente observada, con 104 avistamientos. A gran distancia le siguieron otras especies de grandes cetáceos, como el rorcual norteño (con 13) y el cachalote (con 10). Entre las especies de menor tamaño se identificaron calderones (2 avistamientos), delfín mular (1), delfines listados (7) y delfines comunes (8). En varias observaciones no fue posible identificar la especie de ballena o delfín con seguridad, consignándose como dudosos o no identificados (18). El número de avistamientos (261) y especies (entre ellas varias de zífidos) detectados desde la plataforma de seguimiento fue mayor, como era de esperar, dada la mayor altura de la plataforma de observación y las ayudas ópticas utilizadas. La mayoría de las observaciones de ballenas (rorcuales y cachalotes) se hicieron a partir de soplos, correspondientes a dos o tres respiraciones en superficie, tras una inmersión y antes de sumergirse otra vez.

Gran parte de los avistamientos fueron individuos aislados, aunque también se detectaron parejas y grupos de tres animales. Los rorcuales se avistaron en casi toda el área prospectada, aunque hacia el suroeste se produjeron un menor número de observaciones. La mayor concentración se encontró en el área entre el Banco de Galicia y la costa gallega. Los calderones se observaron en grupos de tamaño variable, de hasta 10 individuos. El delfín común fue avistado en grupos cuyo número varió entre 5 y 40 individuos. La casi totalidad de los avistamientos de esta especie se localizaron en el extremo nordeste del área prospectada. El delfín listado presentó una distribución más amplia por toda el área, con grupos de hasta 50 individuos.

Observaciones sobre aves

El censo de aves marinas en mar abierto frente a las costas atlánticas gallegas produjo un total aproximado de 250 observaciones no repetidas. La especie más frecuentemente observada fue la pardela cenicienta (con un 70% de las observaciones) seguida de paños pequeños (con un 15%).





1. Plataformas de observación: la primaria en la parte inferior y la de seguimiento a la altura del puente de mando del Cormide (foto Cristina Bultó).
2. Puesto de adquisición de datos de avistamiento (foto Begoña Santos).

Los registros restantes se repartieron en citas (de más a menos numerosas) de alcatraz atlántico, falaropo picogrueso, charrán no determinado, pardela pichoneta, págalo pomarino, págalo grande y paño de Madeira, además de observaciones singulares de otras especies tales como paño de Wilson, gaviota sombría, charrán común, fulmar boreal, cormorán grande y petrel de Bulwer, entre otras. Cabe destacar las observaciones de paño de Wilson, considerado rareza en el conjunto de España, y del paño de Madeira y petrel de Bulwer, catalogados como raros en nuestro país fuera de las islas Canarias. Además, tienen interés fenológico las citas de falaropo picogrueso y fulmar boreal, al ser especies principalmente invernantes en Galicia y de las que, gracias a observaciones como éstas, se puede asegurar que pueden estar presentes en bajo número también desde la primavera hasta el otoño. Igualmente es oportuno mencionar que el periodo en el que se desarrolló la campaña es anterior a la época de máxima abundancia de las especies migratorias, que, en las aguas atlánticas gallegas, tiene lugar en septiembre y octubre.

Monitorización acústica

Se encontraron algunas dificultades en el funcionamiento de este equipo, como la captación de efectos de cavitación y ruidos de diferentes componentes del barco, sobre todo en los hidrófonos situados más cerca del buque. Uno de los mayores problemas fue la gran cantidad de falsos silbidos y los errores de rebosamiento del sistema de amortiguación en el ordenador de altas frecuencias. Se hicieron diferentes pruebas para tratar de disminuir las interferencias producidas por la ecosonda. A pesar de ello, fue posible obtener abundantes registros acústicos de varias especies, con numerosas detecciones de silbidos y clics de delfines y silbidos de cachalotes.

Hidrología y zooplancton

Se hicieron 42 estaciones fijas de hidrología y pescas verticales de zooplancton y se lanzaron 76 sondas desechables XBT. Hacia el final de la campaña surgieron dificultades con uno de los tornos del barco y con el equipo de CTD embarcado para la campaña, que, afortunadamente, pudieron resolverse al contar el buque con equipos alternativos. Los primeros datos indicaron

EL EXAMEN PRELIMINAR DE LAS MUESTRAS DETECTÓ LA PRESENCIA DE COPÉPODOS, APENDICULARIAS, RADIOLARIOS, SALPAS E INDIVIDUOS PERTENECIENTES A OTROS TAXONES.

que el rango de temperatura superficial varió desde los 17,8° a los 20°C. La termoclina (región límite, en donde hay un rápido descenso en la temperatura) se localizó entre los 50 y 100 metros, según las estaciones, alcanzando la temperatura un valor en torno a los 12°C a los 250 metros en todas las estaciones. Por otra parte, la salinidad superficial osciló entre, 35.5 y 35.9 ups. La información obtenida en esta campaña contribuye al conocimiento de la abundancia, composición y distribución espacial de la comunidad de zooplancton en un área oceánica que no se suele llegar a muestrearse en las campañas de zooplancton. Las pescas efectuadas con la red WP2 ponen de manifiesto la escasa abundancia del zooplancton en el área. El examen preliminar de las muestras permitió identificar la presencia de copépodos, apendicularias, radiolarios, salpas, juveniles de eufausiáceos

e individuos pertenecientes a otros taxones. Las muestras se fijaron en formol al 5% en agua de mar (neutralizado con borax) para ser analizadas posteriormente en el laboratorio.

Rastreo acústico y pescas de necton

Se pretendía asociar los distintos ecos registrados por la ecosonda con una determinada composición de organismos nectónicos. Más en particular se esperaba localizar las concentraciones de eufausiáceos (krill) en las que se alimentan los rorcuales comunes, y asociarlas con el correspondiente eco de la ecosonda. Al no poder pescar sobre los ecos durante el día, se anotaron las posiciones de los ecos o manchas para volver sobre ellas durante la noche. Para comprobar su estabilidad se decidió repetir durante la noche los transectos recorridos en las últimas horas del día. En varios



casos el ecograma de una mancha pescable no coincidió exactamente con el ecograma obtenido posteriormente al efectuar la pesca en la misma posición. Ello puede ser debido tanto a la posición del barco como a cambios reales en las manchas. Se ha comprobado que algunas manchas responden de forma diferencial según la frecuencia utilizada. Durante el día no solían aparecer manchas compactas, lo que puede indicar un cambio de comportamiento, observándose una tendencia a formarse masas más compactas, que suben hacia la superficie durante la noche. La profundidad a la que aparecieron las manchas fue muy constante, variando entre 50 metros y 100 metros, o algunas veces más. En varios ecogramas se aprecia la existencia de una serie de manchas o ecos muy característicos, intensos de color y con un núcleo rojo, que producen un ruido en el fondo. Las manchas podrían corresponder a organismos grandes, aunque de momento no es posible atribuirlos a uno concreto. En algunas ocasiones se pudo comprobar que su detección coincidía con periodos de frecuentes

avistamientos de rorcuales. Las primeras pescas con la red Juday-Bogorov modificada se hicieron en vertical pero, debido al gran tamaño de la red, fue difícil llevar a cabo la maniobra en condiciones de viento fuerte, por lo que las siguientes pescas se hicieron en arrastre horizontal. La longitud de cable largado se fue afinando por tanteo, después de sucesivas comprobaciones de las profundidades de trabajo registradas por el minilog. Se pudo comprobar que las pescas se hacían a la profundidad a la que habían sido localizados los ecos. Aunque las manchas pescadas no difieren mucho en forma e integración, los resultados de las pescas han sido bastante diferentes. Las muestras fueron observadas para una primera determinación de los grupos taxonómicos y después se fijaron en formol para su estudio en el laboratorio. La composición de las pescas fue bastante variada, aunque en algunas ocasiones se repitieron asociaciones de los mismos organismos: crustáceos decápodos (patexos), peces syngnátidos y salpas. Otras pescas estuvieron compuestas en casi su totalidad por el mismo

tipo de organismos, en unos casos salpas, formando vistosas colonias y en otro eufausiáceos, en concreto *Meganycitiphanes norvegica*. Otros organismos identificados fueron anfipodos, pequeños eufausiáceos, medusas, copépodos, pterópodos y peces mictófidios. La comprobación de los ecos con pescas limpias de distintos tipos de organismos, como krill o salpas, o con agregaciones características de distintas especies, como salpas, syngnátidos y crustáceos decápodos tipo patexo, puede permitir asociar los ecos encontrados en el resto del área prospectada con organismos concretos.

Valoración general

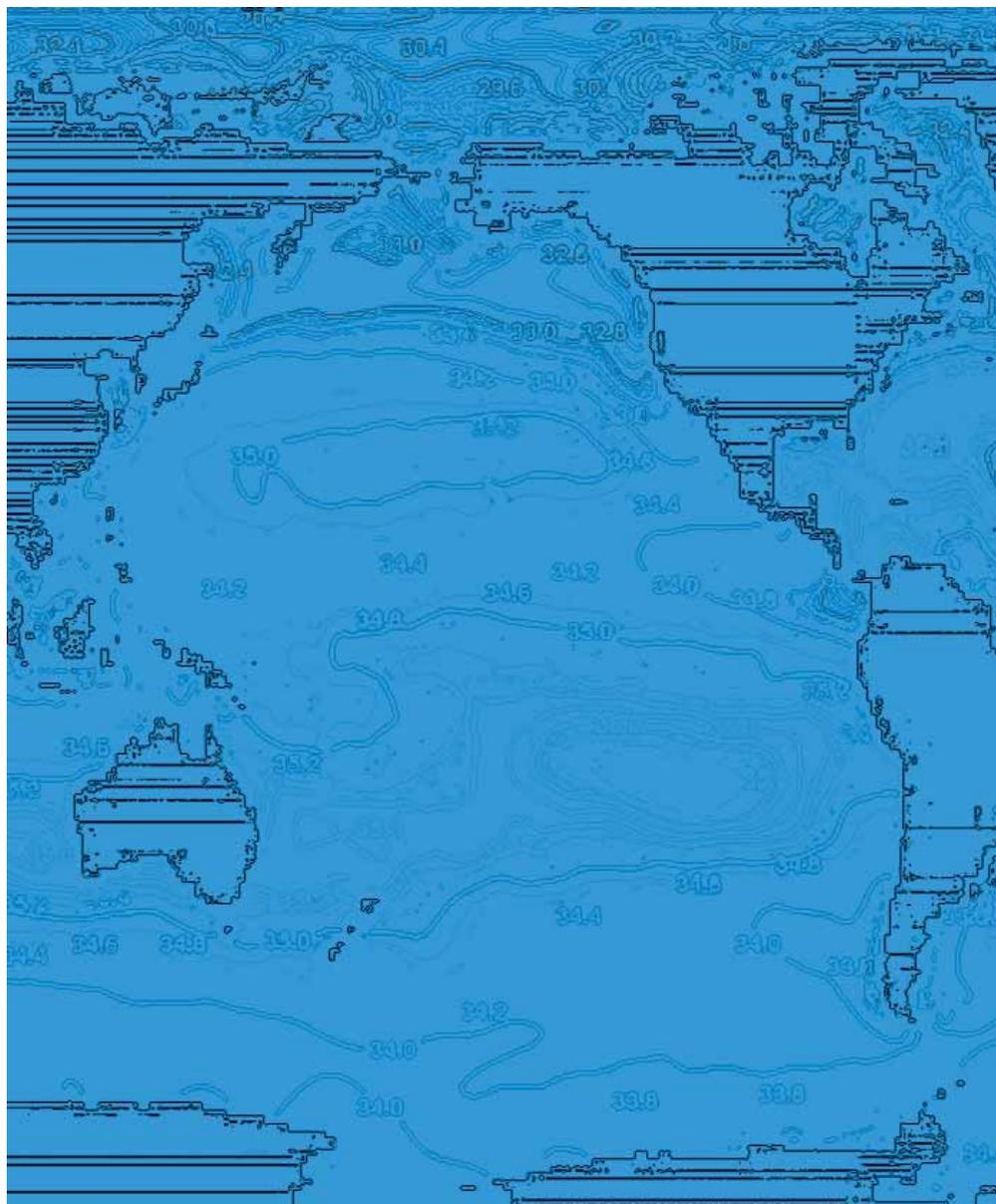
Los objetivos propuestos para la campaña CODA-IEO se alcanzaron de forma satisfactoria. En la toma de decisiones se tuvo siempre muy en cuenta que la prioridad de la campaña era la obtención de datos de avistamientos, siguiendo una metodología común para todos los cruceros del proyecto CODA. A pesar de los periodos de mal tiempo, se cubrió el 95 % del área que se había planeado prospectar debido al buen comportamiento

del barco. Se realizaron numerosos avistamientos de rorqual común, que deberían permitir obtener una nueva estima de abundancia para esta especie en el Atlántico Norte. Sin embargo, los avistamientos de delfín común, una de las especies objetivo, han sido menos abundantes de lo esperado, aunque se confía que puedan ser suficientes para obtener una estima de la abundancia de la población. La información adicional, obtenida en la campaña sobre la hidrología y las comunidades de plancton y necton, puede resultar de gran valor para caracterizar el uso del hábitat del rorqual común frente a las costas ibéricas. Finalmente, cabe destacar la participación en la campaña de dos estudiantes de la Universidad de Vigo que resultaron galardonadas con el Premio Fin de Carrera Centro Oceanográfico de Vigo 2007, consistente precisamente en la participación en esta campaña. Este premio les permitió aprender a diferenciar las especies observadas, conocer las metodologías utilizadas y, en general, colaborar en todas las tareas científicas realizadas a bordo.



1. Pesca limpia de krill (eufausiáceos) obtenida con la red Juday-Bogorov modificada (foto Cristina Bultó).
 2. Preparando la red WP2 para el muestreo de zooplancton (foto Begoña Santos).
 3. Ejemplares de delfín común (foto Cosme D. Romai).





Variabilidad en los océanos y su observación

Las ciencias marinas avanzan y los descubrimientos llevados a cabo en el último lustro han arrojado mucha luz sobre los secretos que guarda el océano. Sin embargo, la aparentemente homogénea masa de agua que baña la tierra constituye aún un maravilloso misterio por descubrir. Hoy tenemos mucha información acerca de cómo se mueve el agua, su comportamiento, su composición o de gran parte de la rica vida que alberga. Su estudio y observación resulta, no obstante, un continuo reto para los expertos.

TEXTO Gregorio Parrilla Barrera, *Oceanógrafo*. Instituto Español de Oceanografía (gregorio.parrilla@md.ieo.es)

Para el que no está familiarizado con la mar, aunque viva cerca de ella, ésta es una homogénea masa de agua salada, unas veces más gris, otras más azul o verde, más fría en invierno (si no vive en el trópico), movida por el rítmico y previsible impulso de las mareas y por el, también rítmico pero menos previsible y a veces muy violento, de las olas, y por las, aparentemente, circunspectas corrientes. Probablemente conocerá muchos de los animales que la pueblan, con los que se suele estar más familiarizado desde muchos puntos de vista

(no siendo el menor el gastronómico), y habrá observado la gran variabilidad y riqueza de sus formas de vida. La variabilidad es consustancial a la mar, no sólo en su aspecto biológico, sino en toda ella, variabilidad en el espacio y en el tiempo. Generalmente, diferencias sutiles en sus características físicas y químicas, aunque en algunas ocasiones pueden ser muy marcadas, distinguen los cambios entre regiones oceánicas a muy diversas escalas espaciales (de milímetros a miles de kilómetros) y entre sucesos que cubren un amplísimo rango

temporal (de segundos a milenios). Esos cambios son..., iba a decir la suma, pero realmente ese término da una idea equivocada: la de aglomeración o acumulación, cuando realmente en el océano lo que prima es la multiplicidad, la interacción no lineal (los resultados dependen de más de una causa que pueden estar relacionadas entre sí y ocurrir simultáneamente) de fenómenos y procesos que ocupan un enorme rango dimensional. Esta es la principal característica de lo que en la mar ocurre y, al mismo tiempo, la gran dificultad en su estudio.



EN EL OCÉANO, SI SE VIVE EL TIEMPO SUFICIENTE, UNO SE PUEDE BAÑAR MÁS DE DOS VECES EN EL MISMO AGUA

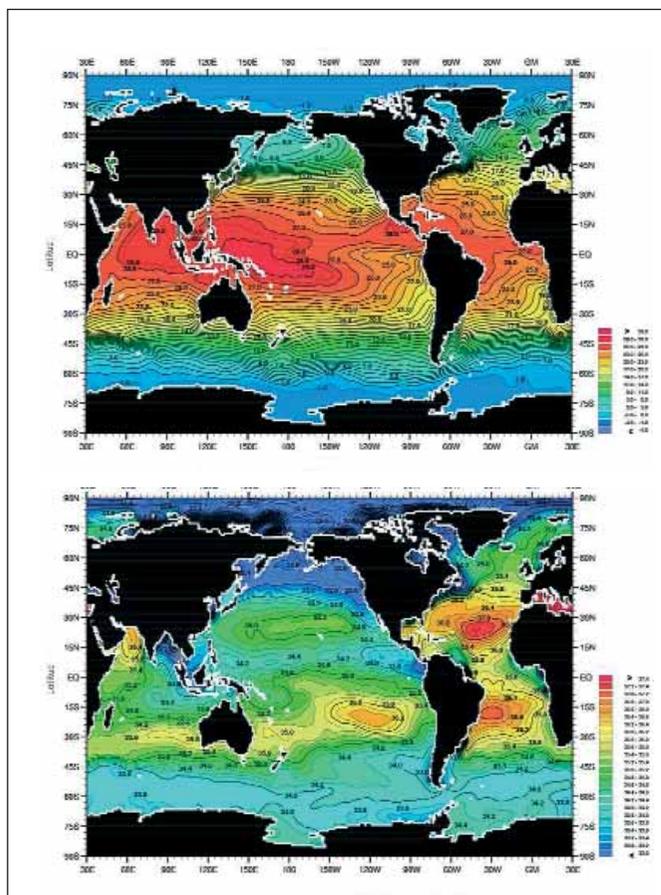


Figura 1. a y b
Distribución anual media superficial de la temperatura (a) y salinidad (b) del mar. Intervalos de contorno: 1 oC y 0,20 oC respectivamente. (Fuente: World Ocean Climate Data 2001. OCL/NODC).

Variabilidad espacial y temporal

La aparentemente homogénea agua contenida en cuencas marinas es, en realidad, un conglomerado de diferentes masas de agua de muy diverso origen que, de una manera un tanto artificial, y según su origen y características son clasificadas para facilitar su estudio.

Una combinación de la radiación solar, la acción de los vientos sobre los océanos y la propia dinámica de estos, modulan la distribución vertical y horizontal de la temperatura en el océano. La variación de la temperatura en la superficie del mar es, básicamente, latitudinal: las aguas más cálidas están en las regiones ecuatoriales y las más frías hacia los polos, (figura 1a). La de la salinidad superficial también tiende a ser latitudinal. Las mayores salinidades se encuentran en las latitudes medias donde la evaporación es máxima, (figura 1b); cerca del ecuador es menor debido al exceso de precipitación.

Verticalmente, la distribución de la temperatura y la salinidad refleja la estratificación del océano. En las primeras decenas o centenas de metros en-

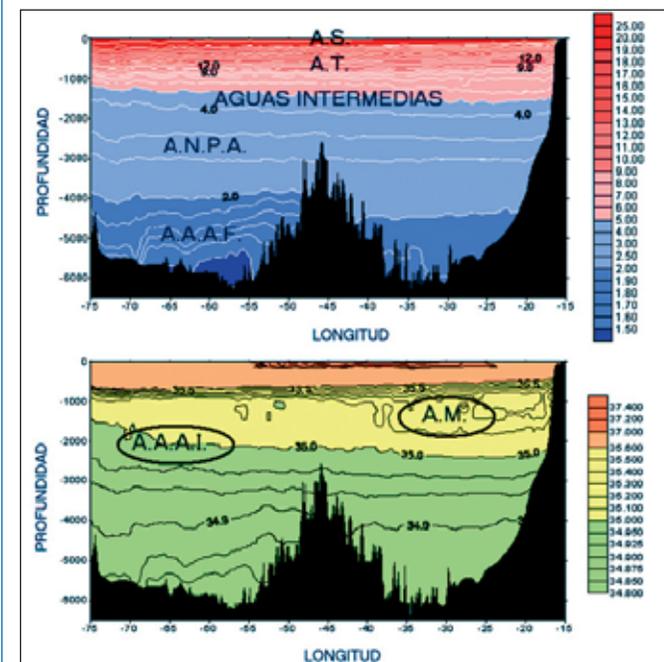
contramos la capa de mezcla, en la que la temperatura (y también la salinidad) tienen un valor prácticamente constante. Debajo de esta capa de mezcla se encuentra la llamada termoclina, región donde el gradiente vertical de temperatura es máximo en todos los océanos (la distribución similar de la salinidad se llama haloclina). En la termoclina la temperatura puede variar desde unos 20°C en su límite superior hasta los 8°C en el inferior. Por debajo de la termoclina permanente no existen variaciones estacionales de temperatura (excepto en las regiones polares). La temperatura disminuye gradualmente hasta alcanzar un valor de entre 0° y 3° C. Este pequeño rango es prácticamente constante, geográfica y estacionalmente, en todos los océanos, pues, como veremos más adelante, está determinado por la temperatura de las frías aguas que se hunden en las regiones polares (figura 2a). La variación vertical de la salinidad es menos acusada y no disminuye gradualmente hacia el fondo como la temperatura, sino que encontramos intercaladas capas con máximos y mínimos de salinidad (figura 2b).¹ El rango mundial de la salini-

dad puede estar comprendido entre 34 y 39 g/l aproximadamente, exceptuando aquellos mares muy particulares, donde por razones varias puede alcanzar valores más allá de 40 (v.g. Mar Muerto) o menores de 23 (v.g. Mar Báltico).² Las superficies que separan los

estratos son como especies de barreras que dificultan los movimientos verticales de las partículas en suspensión, el intercambio de las sales nutritivas y de los minúsculos organismos marinos. Esto condiciona los procesos bioquímicos y físicos en el océano y establece fron-

Figura 2. a y b

Distribución vertical de la temperatura potencial (a) y la salinidad (b) a lo largo del paralelo 24.5° N del Atlántico (cortesía de A. Lavín). Se han resaltado, de una manera aproximada, varias masas de agua (para mayor información véase texto): AS= Aguas Superficiales, AT= Aguas de la Termoclina, AM= Agua Mediterránea, AAI= Agua Antártica Intermedia, ANAP= Agua NorAtlántica Profunda y AAAF= Agua Antártica de Fondo.



Pérdidas de calor por irradiación, conducción, evaporación, etc

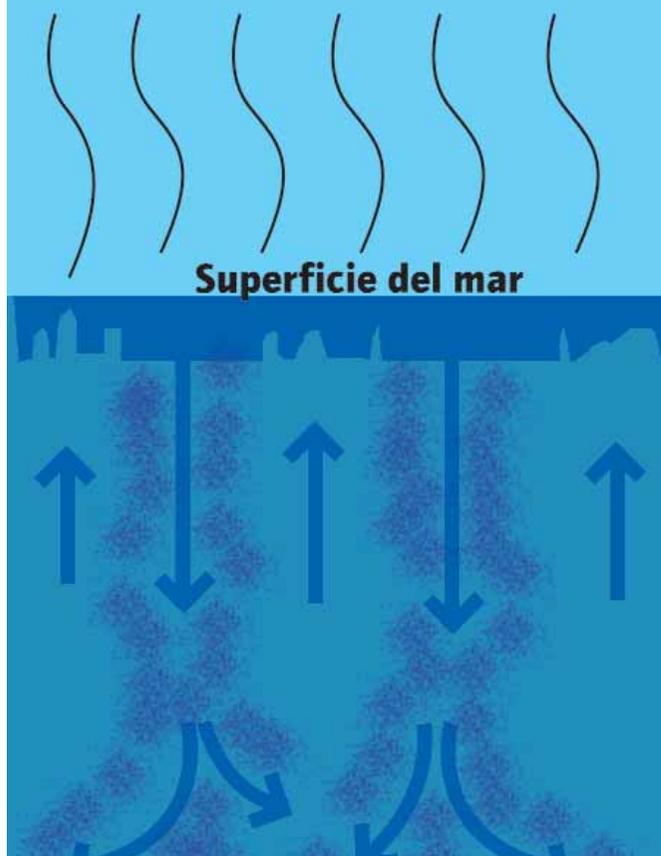


Figura 3. Convección vertical de las aguas en las zonas de formación de las masas de agua. La pérdida de calor de las aguas superficiales por diversos procesos más el aumento de salinidad incrementan su densidad. Las aguas superficiales se hunden y mezclan con las aguas subyacentes de menor densidad. El proceso continúa mientras las condiciones atmosféricas sigan siendo las mismas o más severas.

teras entre diferentes habitats marinos.

Independientemente de la profundidad que ocupen las masas de agua, cualquiera de ellas ha estado en algún momento en contacto con la atmósfera. En varias regiones oceánicas, a diferentes latitudes, aunque preferentemente donde las condiciones atmosféricas invernales pueden afectar drásticamente a las características oceanográficas de los estratos superficiales, la temperatura de estos desciende apreciablemente y su salinidad, debido a la congelación y evaporación, aumenta considerablemente. Ambos procesos contribuyen al incremento de la densidad de las aguas superficiales, hasta tal punto que llega a ser superior a las de las aguas subyacentes y se hunden por debajo de éstas, llegando a una profundidad tal, incluso hasta el mismo fondo (figura 3), donde ocupan una posición de equilibrio, extendiéndose luego por el resto de los océanos. Las regiones donde estos procesos ocurren de una manera sistemática y a gran escala, no sólo por el volumen producido, sino también por su influencia global, son las zonas polares. A latitudes más bajas también ocu-

re, pero las aguas se hunden a profundidades menores. Un caso especial es el Mediterráneo donde encontramos, a menor escala, todos los procesos que se dan en los océanos.

La lista clasificatoria de las masas de agua es larga. En principio se clasifican en superiores, intermedias y profundas o de fondo según el estrato que ocupen. Y a ello se le añade un apellido según donde fueron formadas: antártica, ártica, noratlántica, mediterránea, central, etc. (figura 2a y b). La Antártica de Fondo es la más abundante y ubicua. Se encuentra ocupando el fondo de todas las cuencas oceánicas. Las aguas de origen polar son las que explican las bajas temperaturas abismales. Uno podría preguntarse por qué el calentamiento solar, después de tantos millones de años, no ha terminado por calentar todo el océano hasta el fondo. La respuesta está en que las aguas calentadas en superficie en el ecuador se mueven hacia el norte, enfriándose, y devuelven calor a la atmósfera. Cuando llegan a las latitudes polares, se hunden por los procesos ya descritos. Estas aguas más frías son las que ocupan las profundidades y fondos oceá-

EN LAS CIENCIAS MARINAS, MUCHAS DE LAS NECESIDADES EXTRACIENTÍFICAS NO ESTÁN AÚN ARTICULADAS POR COMPLETO

nicos, mezclándose progresivamente con las suprayacentes y manteniendo, consecuentemente, el contraste térmico mostrado. Es decir, eventualmente estas aguas profundas emergerán e iniciarán un nuevo ciclo que puede durar desde decenas a miles de años. En el océano, si se vive el tiempo suficiente, uno se puede bañar más de dos veces en la misma agua.

El conocimiento y definición de estas masas de agua nos ayuda a cuantificar la variación de las características dentro del océano, a definir una región, su relación con otras, las trayectorias seguidas por los volúmenes de agua, las condiciones que constriñen a los organismos marinos, etc. Además, este agua, como en el momento de su formación ha estado en contacto con la atmósfera, lleva la impronta climática del estado atmosférico de ese momento. Cuando se la muestrea puede que hayan pasado siglos desde que se for-

maron, es decir, tenemos un registro histórico de la atmósfera. Este es uno de los muchos ejemplos de cómo la variabilidad geográfica oceánica está sujeta, al mismo tiempo, a una variabilidad temporal.

No sólo varía el contenido del océano, sino también los movimientos que lo transportan y los caminos que siguen en su trayectoria. La fuente básica de energía que mueve los dos grandes fluidos geofísicos (atmósfera y océanos) es el Sol. En el caso del océano, sus agentes vicarios son: el viento, que impele directamente las aguas de las capas superiores, y el calentamiento desigual del globo, que produce diferencias de densidad en los fluidos y que, a su vez, genera gradientes de presión que impelen las aguas.³

Lo que se conoce por la circulación general de los océanos indica los movimientos promediados a lo largo de varios años y que se identifican, generalmente, con los más estables.⁴



Un rasgo común a todas las cuencas es el gran giro subtropical íntimamente ligado a la circulación atmosférica, que ocupa toda la extensión a lo ancho de cada cuenca, tanto en el hemisferio norte como en el sur. El ejemplo más familiar es el giro del Atlántico Norte, cuyo borde occidental es el sistema formado por la corriente de Florida y la del Golfo, que continúa como la corriente Noratlántica cuando cruza el océano hacia el E. Al llegar a Europa se divide en la corriente de Canarias hacia el sur y la de Noruega hacia el norte. La

corriente de Canarias se une con la N. Ecuatorial, cerrando el giro.

Este giro transporta unos 108 m^3 de agua por segundo (más de 3 millones de km^3 por año) en sus secciones más intensas. La velocidad media es de 1 a 2 m/s aunque la corriente de Florida puede alcanzar los 3 m/s, (figura 4). Giros similares se encuentran en el Atlántico Sur y en los océanos Pacífico e Índico. En este último, el giro subtropical del Hemisferio Norte está afectado por el régimen de los monzones, que hace cambiar de sentido las corrientes del giro.

Otra enorme corriente es la Corriente Circumpolar Antártica, entre los 40° y 60° S, que circula alrededor de la Antártida sin interrupción conectando los tres océanos. Su transporte se estima en unos $200 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ (más de seis millones de km^3 por año), y es análoga a las corrientes de chorro en la atmósfera.

Hasta casi los años 70 se pensaba que la circulación oceánica, lejos de los contornos occidentales, donde se encuentran las intensas corrientes del Golfo en el Atlántico y Kuroshio en el Pacífico, era práctica-

mente estacionaria. Las nuevas técnicas de medición demostraron que las corrientes, independientemente de su posición y profundidad, están sujetas a una gran variabilidad temporal, la llamada mesoescala de órdenes de magnitud aproximados de 100 km y 100 días. Más del 99% de la energía cinética de las corrientes oceánicas está asociada a esa variabilidad. Se pasó de suponer corrientes de $10 \pm 1 \text{ cm/s}$ a $1 \pm 10 \text{ cm/s}$. Tal mesoescala se considera el tiempo oceánico y la circulación más estable (miles de km y años) como el

Figura 5

Trayectoria de flotadores lagrangianos que derivan cerca de la superficie (alrededor de 15 m de profundidad, error medio: 2cm/s). Aquí se ofrece una imagen de las trayectorias seguidas desde hace más de 20 años en una amplia región del Atlántico. Familiarmente se conocen como diagramas spaghetti. (NOAA AOML Drifting Buoy Data Assembly (DAC) Center. <http://oceancurrents.rsmas.miami.edu/index.html>).

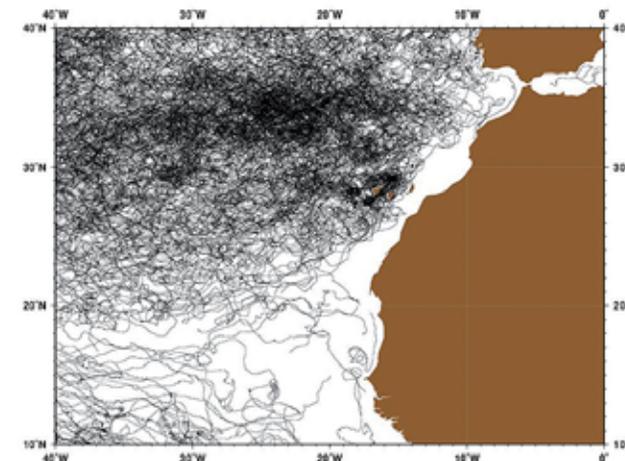
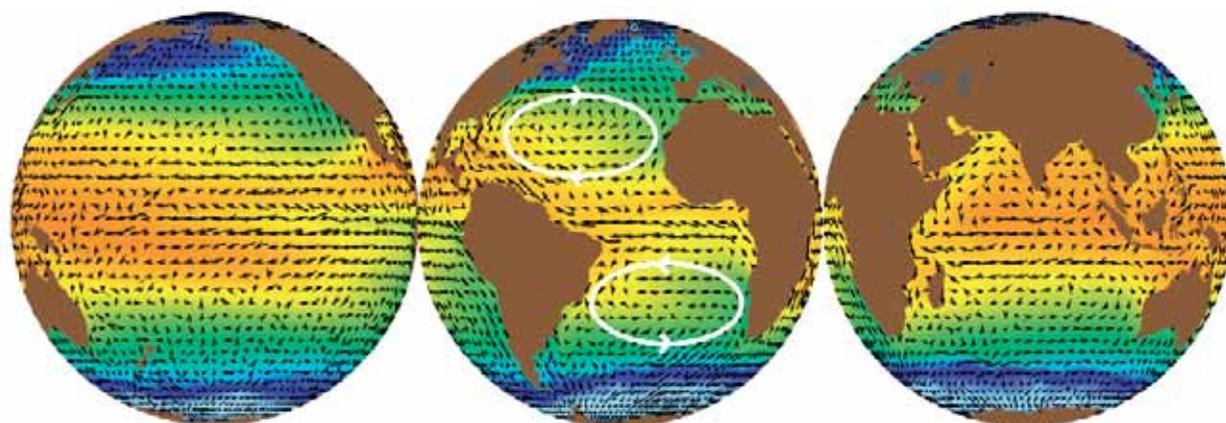


Figura 4

Circulación superficial del océano. Los giros subtropicales han sido resaltados en el Atlántico. En los otros océanos son similares. Los colores indican la temperatura de las aguas superficiales. (Fuente: HYCOM Consortium for Data Assimilative Modeling. <http://oceancurrents.rsmas.miami.edu/index.html>).



clima oceánico. Como dijo W. Munk, “al revés que en la meteorología, en oceanografía primero se observó el clima y luego el tiempo”. Las medidas de larga duración en mar abierto han mostrado la existencia de grandes fluctuaciones, a escalas de semanas y meses, en las corrientes.

En aguas más profundas la distribución de las corrientes es menos conocida. En cualquier caso, aquellas ideas de hace

unos 50 años que consideraban las corrientes como unos movimientos más o menos rápidos de aguas casi homogéneas han sido totalmente desechadas. Con la introducción de las nuevas técnicas de medición se ha observado que la estructura de las corrientes es más complicada que el trillado concepto de ríos en la mar. Está constituida por filamentos, algunos moviéndose en direcciones opuestas, y remolinos, y



su trayectoria es muy variable en tiempo y espacio (figura 5).

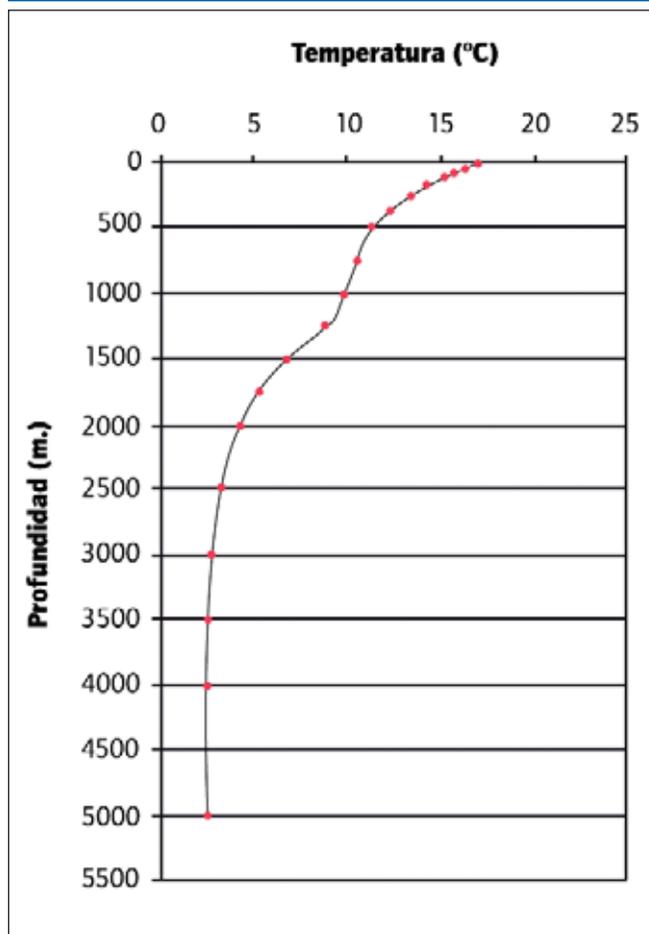
Observación del océano

Para conocer y predecir el mutable e inmenso océano es necesario describir en detalle un marco de referencia y establecer un sistema de medición apropiado. En relación con esto, en oceanografía hay dos especies de aforismos. Uno dice que, por regla general, “las nuevas ideas han seguido a las nuevas tecnologías” (W. Munk). El otro indica que, “respecto a la fenomenología del océano, hay más descubrimientos que previsiones” (H. Stommel). En otras palabras, debemos los principales descubrimientos oceánicos más al desarrollo en los métodos y técnicas de observación y su aplicación que a las previsiones procedentes de las teorías.

Hace 40 años, las técnicas de muestreo y observación en el océano -que es un ambiente bastante hostil, de muestreo caro y difícil - sólo nos permitía tener un promedio de 25 a 30 muestras por estación⁵, independientemente de la profundidad, ya que era el número máximo de botellas que se podían trincar al cable para recoger las muestras. A grandes profundidades (más

allá de los 3000 m) significaba que entre dos muestras podía haber un espacio de 500 o 1.000 m del que no teníamos información alguna (figura 6). Las líneas de correntómetros no podían estar más de unos seis meses fondeados, haciendo un registro de dirección y celeridad cada 30 minutos en seis o siete puntos de una columna de agua de 5000 m. Para todo ello había que usar barcos oceanográficos con equipos humanos numerosos y que todavía no usaban navegación por satélite. Este muestreo daba, de acuerdo con sus limitaciones, una visión menos heterogénea y más estable y estacionaria que la que tenemos hoy día. El gran salto cualitativo, al menos en el aumento de la resolución espacial y temporal de los campos físicos, así como en el de su precisión, llegó a finales de los 70 con el uso de los termistores y la obtención del valor de la salinidad a partir de la conductividad. No sólo aumentó la precisión de las medidas, sino que se podían medir directamente, sin tomar muestras, y en continuo ambas variables. Estas nuevas técnicas permitieron también aumentar la frecuencia de medida en las series temporales y el muestreo de microestructuras. El actual desarrollo de nuevos sensores de

Figura 6. Ejemplo donde se compara la información obtenida sobre la temperatura en la columna de agua con las técnicas actuales y las de hace unos 30 años. La línea continua es el registro hecho por un batisonda moderno del que normalmente se extrae un dato cada 2 decibares (aproximadamente 2 m) por interpolación de datos tomados con mayor resolución vertical. Los puntos rojos marcan las profundidades a las que se solían enganchar las botellas Nansen, que llevan termómetros y recogen muestras de agua para su posterior análisis a bordo, en el cable hidrográfico.



variables químicas augura un progreso similar en su observación. La mejora en las medidas de corrientes se debió a la fabricación de nuevo material de fondeo más resistente, al desarrollo de baterías de mayor duración y de componentes electrónicos de menor consumo, y al desarrollo de nuevas técnicas de medida, en particular acústicas ya que la variación de la trayectoria de los rayos acústicos y de la velocidad del sonido en el agua dependen del movimiento de ésta. Al mismo tiempo, la teledetección por satélite ha permitido por primera vez un muestreo casi instantáneo de la superficie del mar: temperatura y color, y de su altitud respecto al geode, que refleja la dinámica de sus aguas. Hoy día, las principales actividades de desarrollo técnico están en el de vehículos marinos que navegan automáticamente, sin el concurso directo de tripulación humana, y en el de flotadores⁶ derivantes, ambos con capacidad para llevar sensores de diferentes tipos cuya información es transmitida a tierra por satélite (figuras 7 y 8). Los resultados del World Ocean Circulation Experiment (WOCE), que ha finalizado hace más o menos un lustro, ha permitido tener una nueva visión del océ-

ano. Por primera vez hemos sido capaces de medir el rango completo de escalas espaciales que contribuyen a la circulación oceánica, desde unos 20 km a 10.000 km, con medidas, necesariamente esporádicas, hasta la escala de milímetros. Como ha dicho C. Wunsch: “la era en la que todavía algunas escalas oceánicas permanecían sin medir se ha acabado”. Pero esto es sólo el principio de una nueva era en el desarrollo de la oceanografía. Se exige, de manera cada vez más acuciante, una mayor cantidad de datos oceánicos de gran calidad. Lo novedoso es que, hoy día, son otros sectores -gobiernos, la industria, servicios y el público en general-, además del científico, los que han comenzado a requerir, de una manera sistemática, información sobre el mundo marino. Esto abre un nuevo territorio, casi virgen, en la oceanografía: proveer un servicio. Hemos de enfrentarnos al hecho de que los esfuerzos dedicados a establecer un sistema de obtención de datos, y a desarrollar la tecnología necesaria para ello, no vendrán condicionados, únicamente, por el sector científico. Las nuevas generaciones han de ser conscientes de esta moderna



situación que aumenta las oportunidades profesionales, tanto en el desarrollo tecnológico como en el de la creación de productos que sirvan para otros sectores sociales. Estamos hablando de la creación de un sistema de observación oceánico similar al meteorológico. A diferencia de las ciencias atmosféricas, en las ciencias marinas muchas de las necesidades extracientíficas no están, todavía, articuladas por completo y la capacidad de un sistema de observación y previsión que las cubra no está tan bien desarrollada.

Los servicios oceánicos a los que nos referimos se encuadran en lo que se conoce como oceanografía operacional (OO). Se entiende por ella a toda actividad que efectúa medidas en los océanos, mares y atmósfera, las disemina e interpreta. Usualmente, el procedimiento que se sigue en la OO es el de la rápida transmisión de los datos observados a centros de cálculo, donde se procesan y se integran o asimilan en modelos numéricos de previsión. Los resultados de estos modelos se usan para generar productos secundarios con aplicaciones espe-

ciales a niveles más locales. Los productos finales y la previsión se deben distribuir rápidamente entre usuarios industriales, organismos gubernamentales y autoridades legislativas. La OO es una actividad dentro de las llamadas megaciencias, que requieren una planificación y toma de decisiones en los ámbitos nacional y planetario. Hoy día, varios foros internacionales, en los que España está representada, se están haciendo cargo de esta actividad. El conocimiento, descripción y explicación del medio oceánico han estado íntimamente ligados

a los métodos y técnicas disponibles para su observación y análisis. La mayor parte de las veces, el desarrollo de estos últimos precedió a los primeros. Hasta 1970 unos centenares de oceanógrafos atravesaban los océanos en lentos barcos bajando termómetros y botellas, leyéndolos y analizando muestras en difíciles condiciones, descifrando trabajosamente los misterios de los mares y construyendo, poco a poco, una imagen excesivamente general y estacionaria. En los últimos lustros, miles de oceanógrafos, con nuevos y más eficaces medios y métodos, han refinado esa imagen, han resaltado sus detalles, han puesto de manifiesto cuán diferentes son las regiones oceánicas y dentro de qué amplísima gama de frecuencias varían. Aunque todavía queda mucho por hacer, hemos confeccionado un retrato básico y fiable del océano y hemos discernido los rangos, temporales y espaciales, que enmarcan su variabilidad. Al mismo tiempo hemos abierto camino al establecimiento definitivo de un sistema de observación oceánica y a nuevos usos y explotación de la información así obtenida por y para una gama de sectores industriales, de servicio y públicos muchísimo más amplia.

¹ Un caso paradigmático es el del agua de origen mediterráneo en el Atlántico. El Mediterráneo es una cuenca de concentración. la evaporación excede a la precipitación más el aporte de los ríos. El agua atlántica que en él entra se transforma en agua más salada que al ser devuelta al Atlántico y situarse sobre unos 1000 m de profundidad muestra un máximo de salinidad.

² Hoy en día, para cuantificar el valor de la salinidad en el océano, se utiliza la denominada *salinidad práctica* que carece de unidades de medida.

³ A estos movimientos hay que añadir los impulsados por las mareas.

⁴ Aquí trataremos básicamente de movimientos horizontales. Los verticales,

de los que ya hemos mencionado algunos cuando hablamos de la formación, por convección vertical, de las aguas profundas, son de magnitud bastante inferior. Otros son debidos a la acción directa del viento que produce convergencias y divergencias. En las primeras se producen hundimientos de agua y en las segundas afloramientos.

⁵ En campañas transoceánicas las estaciones están separadas entre 30 y 50 km. En campañas costeras entre 1 y 5 km.

⁶ El término *flotador*, en este caso, ha de entenderse en *sensu lato*. El artilugio *flota* en un estrato de una determinada densidad, no sólo en la superficie. Tiene la capacidad, programada, de emerger y sumergirse con una frecuencia prevista.

Figura 7

Perfilador Apex (Webb Research Corporation). Este perfilador deriva libremente a una determinada profundidad. Periódicamente se hunde hasta unos 2000 m y comienza su emergencia hacia la superficie al mismo tiempo que registra temperatura, salinidad y la presión a la que se toman. Es el equivalente marino al globo sonda meteorológico. Una vez en superficie transmite la información vía satélite a un centro de datos terrestre del proyecto Argo (www.argo.ucsd.edu) donde son almacenados y puestos a disposición gratuita del usuario.

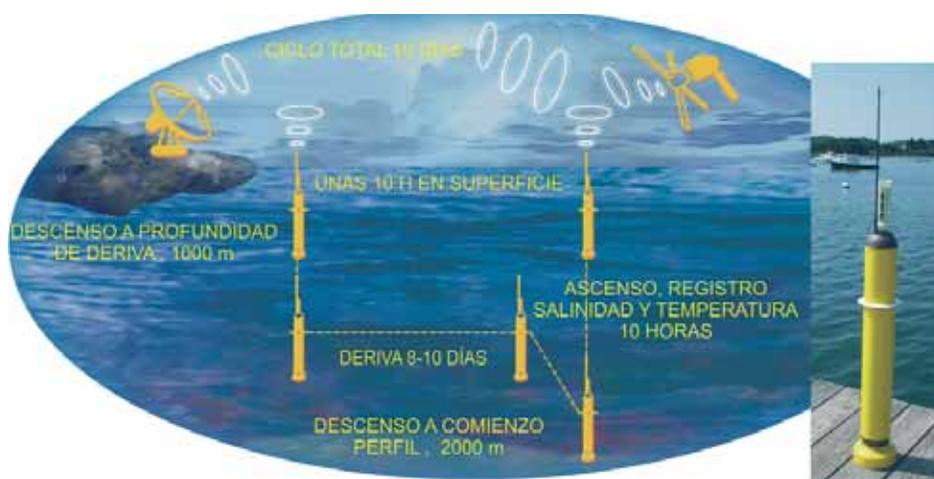
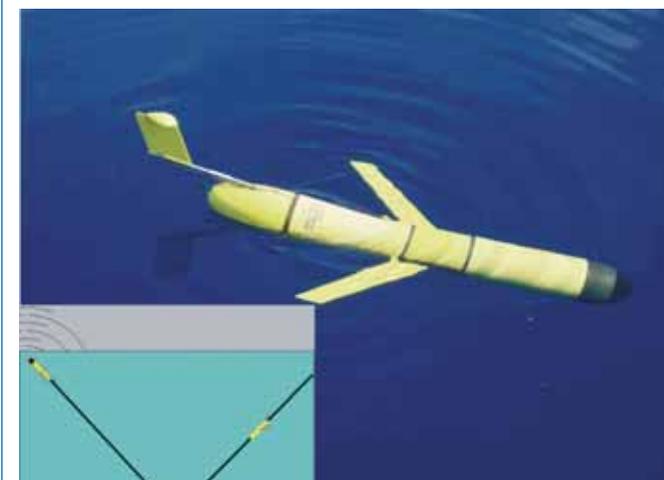


Figura 8

El planeador Slocum es un vehículo submarino no tripulado que durante su trayectoria (en forma de zig zag en el plano vertical) registra temperatura, conductividad, etc. El de mayor alcance tiene un rango de 4000 km y 5 años de autonomía. (Fuente: Webb Research Corporation).



OLAS ASESINAS

España no está libre del riesgo de tsunamis. Pese a que en japonés tsunami significa “ola en la bahía”, algo que suena inofensivo y hasta lúdico, los tsunamis representan uno de los fenómenos naturales más pavorosos y destructivos que existen. Generalmente producidos por fuertes terremotos submarinos, también pueden tener su origen en fenómenos volcánicos, la caída de meteoritos o en el desprendimiento de inmensas masas de sedimentos desde la plataforma continental o desde el borde de islas volcánicas, a las profundidades marinas. **TEXTO** Santiago Graiño

Produce escalofríos imaginar una ola de la altura de un edificio de 15 pisos abatiéndose sobre la costa, pero hasta eso puede llegar la altura de un gran tsunami. Lo normal es menos de la mitad: entre seis y 15 metros, murallas de agua cuya altura oscila entre la de una casa de dos pisos y otra de cinco... pero un tsunami que no superó los ocho metros mató al menos a 250.000 personas en las costas del Océano Índico en 2004.

Hasta hace poco casi no se hablaba de tsunamis en España, país que rara vez los sufre. Sin embargo, son un fenómeno destructivo tan habitual en nuestro planeta como terremo-

tos y volcanes, respecto a los cuales casi todo el mundo tiene una cierta cultura de prevención, algo que no ocurre con los tsunamis.

Lo anterior representa un peligro, tanto porque los españoles viajamos cada vez más a lugares donde los tsunamis son frecuentes, como porque, aunque raros, no son imposibles en nuestro país. Por eso, no está de más saber en qué consisten y qué medidas de precaución se pueden tomar ante ellos. Cuando ocurrió el tsunami del Océano Índico en 2004, Tilly Smith, una niña europea de vacaciones en Tailandia, salvó a su familia y a mucha gente cercana porque en la escuela le habían ex-

plicado los tsunamis y, al retirarse el mar poco antes de la llegada de la ola, dijo lo que podía pasar. Sus padres y la gente que le hizo caso salvaron la vida, los que no, murieron.

Los grandes tsunamis suelen estar asociados a sismos submarinos, también de gran magnitud. El terremoto más grande que se ha registrado hasta hoy ocurrió en el sur de Chile, el domingo 22 de mayo de 1960, en la zona de Valdivia, y tuvo una magnitud de 9,5 grados en la escala de Richter. El terremoto produjo un tsunami con tres grandes olas, que asoló toda la costa sureña del país sudamericano. Las cifras oficiales hablaban de 2.000 muertos, pero mu-



chos cifran en 5.000 o más las víctimas. Pese a que se las esperaba, las enormes olas atravesaron todo el Océano Pacífico y llegaron hasta Japón, Hawai y California, donde causaron graves daños y la muerte de centenares de personas. Pero el tsunami más catastrófico, sobre todo por afectar costas bajas y muy pobladas, ocurrió el 26 de diciembre de 2004.

Resultado de un terremoto 9,2 Richter producido en el fondo marino cerca de Sumatra, las víctimas se estiman en más de 250.000 personas.

Los tsunamis son causados por movimientos importantes en el fondo marino. Pueden estar relacionados con fenómenos tectónicos y el movimiento de las placas que forman los continentes y el fondo oceánico, como el

de 1960 en Chile; con procesos volcánicos total o parcialmente submarinos, como la explosión del volcán Krakatoa en 1883, situado en Java y que produjo uno de los mayores tsunamis conocidos (provocó olas de hasta 50 metros y que se estima causó 36.000 muertos) con grandes deslizamientos submarinos de sedimentos o por otras causas. En cualquier caso, el



origen más frecuente de los tsunamis son terremotos localizados bajo el mar, cuyos efectos producen un movimiento brusco de toda la masa de agua superior. Se estima que para que se produzca un tsunami, el terremoto debe tener una magnitud superior a 7 Richter.

Tsunamis en España

España no está en una zona con características geológicas que hagan frecuentes los tsunamis importantes. La ausencia de bordes de placa en subducción y márgenes activos, como los que circundan el Océano Índico y el Pacífico (Japón, Hawái, y costa oeste de las Américas), hacen que el riesgo sea muy inferior al de dichos lugares, donde es casi seguro que, a lo largo de su vida, cualquier habitante sufra el impacto de alguno.

Pero eso no quiere decir que en España el peligro sea inexistente. De hecho, y aunque escasos, las costas sur-atlánticas y mediterráneas de nuestro país han sufrido tsunamis de efectos devastadores. En tiempos históricos se tienen referencias de destrucción de ciudades romanas en el Estrecho de Gibraltar (Baelo). Pero el caso más dramático aconteció el 1 de noviembre de 1755, cuando se

produjo el famoso terremoto de Lisboa, que causó la muerte de al menos 50.000 personas en dicha ciudad. Después del sismo, tres olas, con alturas de entre seis y 20 metros, destrozaron lo que quedaba de la capital portuguesa. El mismo tsunami, con olas de diez metros, arrasó la costa norte de Marruecos y el Golfo de Cádiz; en Ayamonte hubo más de mil muertos y Conil quedó destruida. Hace poco, en mayo de 2003, un terremoto localizado en Argelia produjo un pequeño tsunami que afectó las costas baleares; no hubo desgracias personales pero decenas de embarcaciones se hundieron y los daños materiales fueron cuantiosos. Además, la existencia de riesgos geológicos potenciales en las costas españolas ha sido puesta de manifiesto por los trabajos de cartografía geológica submarina que realiza el Instituto Español de Oceanografía (IEO) en el Mar Balear, el Archipiélago Canario y el Mar de Alborán. Se ha constatado que han ocurrido importantes deslizamientos sedimentarios masivos submarinos en épocas geológicamente recientes, deslizamientos que pueden producir tsunamis y que podrían repetirse. Además, no se deben olvidar otros fenó-

En la parte superior eco a 120 KHz de una pesca compuesta únicamente por krill. Se aprecian también unas características manchas con núcleo rojo. En el centro, ecograma de las manchas rojas que producen un ruido sobre el fondo, a 200 KHz. En la parte inferior, eco o mancha de una agregación de salpas, sygnátidos y decápodos.



menos con el mismo efecto, si bien de menor riesgo, como la existencia de gases cercanos a la superficie del fondo oceánico. Mención aparte merecen la neotectónica (fallas activas) y la actividad sísmica y volcánica, importantes productoras de tsunamis, pero de frecuencia baja en el mar cercano a la España peninsular (el riesgo volcánico tanto superficial como submarino es evidente en Canarias).

Redes de alerta

En países como Japón, Estados Unidos o Chile, donde son frecuentes, se han instalado sistemas de alerta de tsunamis. Básicamente,

consisten en una red de detectores de terremotos (sismógrafos), para localizar lo antes posible el epicentro y magnitud del terremoto, unida a una red de mareógrafos que detectan cualquier anomalía en el nivel del mar en las zonas costeras afectadas. En el caso del tsunami de Baleares de 2003, la oscilación de marea se registró en el mareógrafo que el Instituto Español de Oceanografía tiene en Palma de Mallorca. Un punto débil de los primeros sistemas de alerta y control de tsunamis era que los sismógrafos detectores de terremotos se situaban en tierra, mientras los terremotos capaces de producir-

los se localizan en la mar a miles de metros de profundidad. Pero las últimas tecnologías y la transmisión de datos en tiempo real vía satélite han permitido corregir esto mediante boyas para gran profundidad (hasta 6.000 metros), que transmiten tanto las señales de los posibles sismos como las posibles olas anómalas producidas a los centros de alerta. Así, un terremoto en el Pacífico a miles de kilómetros de la costa es detectado instantáneamente, medida su intensidad, y se conoce si se ha producido un tsunami (por los sensores de presión de que dispone la boya). El tsunami, que en las zonas del océano con gran profundidad puede ser de tan sólo de unos centímetros de

altura y pasar totalmente desapercibido, al llegar cerca de costa y disminuir la profundidad del mar crece hasta alcanzar una decena de metros o más, provocando grandes destrozos y daños.

En nuestro país, y tras el tsunami del Índico de 2004, se convocó, a través de la Vicepresidencia del Gobierno a todos los organismos e instituciones que tienen que ver con los riesgos naturales, entre ellos el de tsunami, con el fin de actualizar, implementar o crear ex novo redes de observación y alerta de los riesgos.

El Grupo Español de Tsunamis, creado a partir de esta iniciativa, lo componen diferentes instituciones y organismos de in-

PRECAUCIONES EN LA LÍNEA DE COSTA

1. Abandone la costa si hay un terremoto fuerte donde esté o tiene noticias de un terremoto fuerte en zonas próximas. El tsunami puede tardar decenas de minutos y hasta horas en llegar.
2. Hay dos factores de seguridad que se suman: distancia a la costa y altura. Si no tiene tiempo para retirarse gane altura, mejor topográfica, pero si eso no es posible suba a edificios lo más altos posible.
3. Aunque no tenga noticias de terremoto alguno, si se produce una retirada del mar importante, rápida e inhabitual huya inmediatamente tierra adentro sin recoger nada, tiene pocos minutos antes de que venga la ola. Si hay alturas cercanas suba a ellas. Gane distancia y altura lo más rápido que pueda.
4. Los tsunamis suelen tener varias olas, y muchas veces la más grande no es la primera. No regrese a la zona barrida hasta varias horas después.
5. En los sitios con sistema de alerta tómese muy en serio los avisos oficiales. Pueden fallar, pero es mejor hacer caso a una falsa alarma que morir.



EL ORIGEN MÁS FRECUENTE DE LOS TSUNAMIS SON LOS TERREMOTOS LOCALIZADOS BAJO EL MAR DE MÁS DE 7 PUNTOS EN LA ESCALA RICHTER

investigación españoles que actualmente trabajan sobre este tema: IEO, Puertos del Estado, Real Observatorio de la Armada, Universidad de Cantabria y Protección Civil. Estas instituciones han redactado un informe en el que se indican las carencias y necesidades para la operatividad de una red de alerta y observación. Dicho grupo, coordinado por el IEO, ha manifestado en sus reuniones de trabajo la necesidad, por una parte, de la identificación legal de la responsabilidad de la operativa de esta red y, por otra, de la asignación de los medios mate-

riales y humanos necesarios para su puesta en marcha. Ambos términos serán clave para el correcto funcionamiento de esta red de alerta.

Además, las iniciativas que se están realizando pasan por integrar a España en los sistemas de alerta y redes transnacionales, como la del Grupo de Coordinación Internacional para Alerta Temprana y Mitigación de Tsunamis en el Atlántico NE, Mediterráneo y Mares Conectados. (ICG-NEAMTWS), coordinado por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI).

Después de la puesta en marcha de este grupo y tras cuatro reuniones internacionales, la última de las cuales se desarrolló en Lisboa a finales de noviembre de 2007, los países europeos y norteafricanos miembros del colectivo, han diseñado un sistema inicial de observación y alerta para la zona (si bien solamente será plenamente operativo a partir de 2011) que proporcionará exclusivamente alertas de tsunamis de escala re-



Aspecto de una playa después de un tsunami

LA CRÓNICA DEL PADRE DESCHAMPS

Un cura, el Padre Deschamps, se embarcaba el día 22 de mayo de 1906 en la desembocadura del río Valdivia en Chile, con el fin de ir desde la localidad de Niebla hasta el puerto marítimo de Corral, donde había unos altos hornos. Un terremoto empezó poco después de embarcar y Deschamps llegó a Corral 25 minutos después. La primera salida del mar, que fue suave, sin ola, ocurrió mientras navegaba y no afectó a la embarcación. Pero cuando llegó a Corral el agua había alcanzado ya unos dos metros sobre el nivel del muelle. Sensatamente, él y sus acompañantes desembarcaron como pudieron y ganaron rápidamente altura en los cerros cercanos. Lo que sigue es la crónica del sacerdote:

"Durante cinco minutos el agua se quedó quieta, cuatro o cinco metros arriba de su

nivel normal. Había tres navíos en el puerto: el Santiago, el San Carlos y el Canelos. Los tres rompieron sus amarras; el Santiago, de 3.000 toneladas, cruzó por encima del rompeolas y los tres fueron arrastrados a la deriva. A las 16.10 horas el mar comenzó a retirarse a toda velocidad, con un ruido impresionante, como de succión metálica sobre una nebulosa, un banco de arena que normalmente se encontraba a tres metros de profundidad, emergió del río. La segunda ola llegó unos 10 minutos después, a las 16.20 horas con una altura de ocho metros y a la espantosa velocidad de 150 ó 200 km por hora. La ola, como una mano gigantesca que arrugara una hoja de papel, trituraba las casas una tras otra, en medio de un gigantesco crepitar de maderos rotos. En 20 segundos apiñó al pie de la colina un montón de ochocientas casas aplastadas

como cajas de fósforos. El mar permaneció alto durante 10 ó 15 minutos. A continuación se retiró con el mismo ruido de succión monstruosa. Una hora más tarde se vio aparecer a lo lejos la tercera ola. Era más alta que la precedente, 10 u 11 metros, pero la velocidad no parecía rebasar los 100 km. por hora. Tras reventar contra el montón de madera acumulado por la segunda ola, el mar permaneció quieto poco más de un cuarto de hora, antes de retirarse, siempre con el mismo espantoso ruido metálico de succión... Los tres barcos habían sido arrastrados. El San Carlos se hundió casi de inmediato. El Santiago zozobró a los tres días en alta mar. El Canelos, primero a una media milla, lejos de Corral, tras la segunda retirada del mar; después, a 1.500 metros río arriba de la desembocadura, adonde la tercera ola lo transportó a una velocidad aterradora".

gional o megatsunamis, quedando bajo la responsabilidad nacional los tsunamis cercanos (generados a menos de 400 km de la costa). Sin embargo, y aunque un buen sistema de alerta contra tsunamis permitirá avisar a las autoridades de la zona del Golfo de Cádiz hasta con una hora de antelación y a las de Baleares con 40 minutos, no es menos importante informar y educar a los habitantes de las zonas costeras de riesgo, de cómo deben actuar. A este respecto, algunas medidas elementales pueden salvar muchas vidas. Un primer paso en este sentido es la labor de información y educación social que puede dar la web www.inforriesgos.es, la cual está coordinada y mantenida por la Dirección general de Protección Civil y Emergencias, y que contempla todo tipo de riesgos, tanto naturales como otros de origen antártico.

Y es que tanto en España como en los países de su entorno, paso a paso va aumentando la conciencia de las autoridades de la necesidad de protegerse ante posibilidad de que estas olas golpeen la costa. Toda precaución es poca ante la enorme capacidad destructiva de estos fenómenos naturales.



Boya detectora de tsunamis



La sal del cine

“Debe haber algo extrañamente sagrado en la sal: está en nuestras lágrimas y en el mar”, decía el filósofo y escritor libanés Khalil Gibran (1883 – 1931). Y así es, lo sacro del mar no está tanto en su enigmática apariencia, sino en su nexa con lo humano. Es inimaginable un mundo sin agua, pero a su vez, es motivo de muerte y desolación. Y el cine nos ha servido de gran ayuda para descubrir y entender mejor este medio, como ventana a la que asomarnos para descubrir sus secretos.

TEXTO Eduardo Matres Corral

De entrada relacionar océano y cine no es tarea fácil, no tanto por el sentido visual del asunto, sino por la interacción del ser humano con el medio acuático. Sustento fundamental para cualquier tipo de arte, los mares se han convertido en elemento clave de inspiración y desarrollo de doctrinas. Una belleza desnuda y ambigua, que sirve como origen de creación.

Si nos limitamos a hablar del mero aspecto comercial, el agua ha dado grandes satisfacciones a productores, directores y demás elenco técnico del que se nutre una superproducción. Véase Titanic (1997) de James Cameron, Poseidón (2006) de Wolfgang

Petersen, Piratas del Caribe (2003, 2006, 2007) de Gore Verbinski o Masters and Commanders (2003) de Peter Weir. En todos estos filmes, el agua es un escenario, que sirve como mero soporte para realizar las piruetas visuales que encandilan al espectador, sin más mensaje que la propia acción y la excusa para deglutir cantidades ingentes de palomitas. Además de perder todo signo de originalidad, pues están basadas en hechos reales (el hundimiento del Titanic) o novelas (Capitán de mar y guerra de Patrick O'Brian, en el caso de Masters and Commanders y La aventura del Poseidón, de Paul Gallico, en el de Poseidón), algunas de ellas son, además,

remakes de otras películas que ya trataron el tema en años anteriores. Aunque no todas las películas que acontecen en el mar salen bien paradas. Anunciadísimo descalabro en taquillas fue Waterworld (1995), de Kevin Reynolds, o La tormenta perfecta (2000), de Wolfgang Petersen, pese a contar con reclamos suculentos como Kevin Costner y George Clooney, respectivamente.

De todos modos, en esta relación del individuo humano con el océano, desde el comienzo del cine sonoro y hasta finales de los años sesenta, la cinematografía, en especial la norteamericana, era una industria menos pretenciosa y exenta de las actuales

intenciones meramente pecuniaras, donde lo que realmente nos quieren mostrar son los sentimientos que los personajes adquieren en un escenario como el océano, tales como la valentía, la amistad, el miedo o la ambición. En Capitanes intrépidos (1937) de Victor Fleming, encontramos respuesta a lo anteriormente mencionado, con la ternura y la sinceridad como armas conmovedoras que encandilaron al público de la época. En el otro extremo, encontraríamos valores menos honorables, como la ambición o la rivalidad, reflejados en la película Todos los hermanos eran valientes (1953) de Richard Thorpe, donde el vínculo fraternal se quiebra por motivos de notoria superficialidad, como tesoros, reconocimiento social o la conquista de una misma mujer. Todo ello con el sutil velo del mar, tiznando desasosegadamente el transcurso de la película. Mencionando otros tipos de intereses, el agua ha servido de escenario para géneros tan diversos como el terror, con Tiburón (1975) de Steven Spielberg; cuentos infantiles, como Buscando a Nemo (2003) o La sirenita (1989), ambas de la factoría Disney; o Deep blue sea (1999), una mezcla de ciencia ficción y terror, de Renny Harbin e inclu-





SUSTENTO FUNDAMENTAL PARA CUALQUIER ARTE, LOS MARES SE HAN CONVERTIDO EN ELEMENTO CLAVE DE INSPIRACIÓN

so documentales como *Balseros* (2002) de Carles Bosch y Josep M^a Doménech, donde muestran la crudeza de la realidad de los cubanos que intentan escapar de la isla en busca del supuesto paraíso americano.

Y es que, adentrándonos en el trasfondo metafísico del agua y si nos remontamos en el tiempo, ésta se descubrirá como un símbolo muy recurrente, usado para

asociar ideas, sensaciones o significados. Ya Tales postuló que “el arjée o principio es el agua”. El agua es vida y muerte. Y también salvación. El agua es entonces y en general para el mundo del arte, un símbolo con el que expresar y descifrar el microcosmos, los pequeños espacios donde, si bien no se reproduce la vida del hombre universal, al menos sí transcurre la de los individuos particula-

res. Por eso el hombre común de la literatura y el cine está preñado de humedad.

Gaston Bachelard (1884-1962), filósofo y ensayista francés, en su libro *El agua y los sueños* (FCE, México, 1978), nos ofrece una interpretación bella y convincente de los alcances simbólicos del agua, llegando a descubrir en ella hasta una moral. Según Bachelard, “el mar produce cuentos antes que producir sueños”. Es decir, produce novelistas y cineastas antes que poetas. Anota además el pensador francés en un estilo amonestador: “Existe un hecho que los mitólogos suelen olvidar, y es que el agua de

mar es un agua inhumana, que falta al primer deber de todo elemento reverenciado, que es el de servir directamente a los hombres”. Se refería Bachelard al mar tradicional de los viajeros. En la antigüedad y el medievo, el viaje dejaba un trazo singular; era un círculo que siempre preveía el camino de regreso. De ahí ese epifenómeno que son los libros de camino o las películas de viajes marinos: el viaje implicaba también el recuerdo de una visita. Asocia también el mar con la muerte, ya que contemplar el mar es sinónimo de disolución, contemplación del fin, una invitación a morir. De hecho, antiguamente, una de las formas de enterramiento era arrojar los cadáveres al mar, o al río, en una barca. Cualquier película de piratas o de guerras antiguas que se precie expone esta técnica mortuoria.

Las aguas sombrías e inmóviles invocan la materia de la muerte, al igual que el agua oscura y verdosa. En la película *Vértigo* (1958) de Alfred Hitchcock, esto se refleja de forma explícita, con las vestimentas fúnebres del personaje Madeleine, interpretado por Kim Novak, y la asociación con la muerte o la reencarnación. El mar también indica verticalidad, camino a la profundidad y

el abismo, como en *Abyss* (1989) de James Cameron, pero, a su vez, también horizontalidad, es decir, calma, tranquilidad, expectativas de un nuevo mundo, de algo desconocido. Al fin y al cabo, es el par riesgo/aventura al que se ven sometidos los personajes de marineros en las películas de este género (*Sandokan*, *Simbad el marino*, etc). Una vez más la muerte y la vida unidas por el vínculo de los mares. Un mar que refleja el sol, la vida, pero que lo arrastra a las profundidades, y a su vez lo vuelve a reflotar hacia la superficie, desarrollando el ciclo de la muerte y la vida. Unido a la naturaleza que lo rodea, el mar se convierte en una materia madre, gestadora y punto de origen. En *Romeo y Julieta* (1996) de Baz Luhrmann, el agua se muestra como alegoría de la vida en la escena en la que ambos protagonistas se enamoran, separados por una pecera. O como en la escena donde caen a la piscina, envolviéndolos esa agua tranquila y transparente. Al contrario que las aguas teñidas por colores oscuros, que representan peligro o muerte.

Un ejemplo claro y paradigmático es la película *Moby Dick* (1956) de John Huston (aunque haya otras versiones, por repar-

to y repercusión se considera a ésta la mejor), obra cumbre dentro del séptimo arte y basada en la novela de Herman Melville de título homónimo, está cargada de simbolismo. Incluye referencias de biología, religión, idealismo, obsesión, pragmatismo, venganza, racismo, jerarquía y política. Los tripulantes del *Pequod* vienen de orígenes tan variados como Francia, Islandia, Holanda, Italia, Malta, China, Dinamarca, Portugal, India, Inglaterra, España e Irlanda, lo que sugiere que el navío es una representación de la humanidad. Las alusiones bíblicas de los nombres de los personajes o el significado de la ballena blanca han intrigado a lectores y críticos durante más de un siglo. Planteando siempre retos, el mar se convierte en el motor de la innovación y herramienta atrayente para cineastas. Un vórtice imperecedero que se transforma en crisol de sensaciones, canalizado a través de la película. Estamos pues, en disposición de propugnar la siguiente teoría: el agua es también sustento de la expresión artística. Un elemento donde lo bello y lo desconocido se funden en un cuerpo ceruleo, casi onírico, sirviendo de base para la filosofía, la creación o la simple recreación.



“Es probable que el planeta asuma mejor el cambio climático que la humanidad”

Jerónimo López (As Pontes, A Coruña, 1951) es uno de los mayores expertos en investigaciones de las regiones polares en España. Este doctor en Ciencias Geológicas y profesor de Geodinámica Externa en la Universidad Autónoma de Madrid ha dedicado su vida al estudio de estas zonas y de las circunstancias que las rodean. Ha participado en una treintena de expediciones a las principales cordilleras de la Tierra y a las regiones polares, siete de las cuales han sido a la Antártida. Asimismo, su pasión por la escalada le ha llevado a ascender a numerosas montañas de gran altitud, como el Everest y el Monte Vinson, máxima cota de la Antártida. Sus conocimientos sobre el continente helado le llevaron a ser vicepresidente del *Scientific Committee on Antarctic Research* (SCAR), el órgano internacional que se ocupa de promover y coordinar la investigación científica en la Antártida,

que fue galardonado con el Premio Príncipe de Asturias de Cooperación Internacional en 2002. Actualmente, aparte de ser presidente del Comité Español del SCAR y delegado en esa organización, es miembro del Consejo de los Programas Científicos y Tecnológicos del Instituto Polar Francés y miembro del *Joint Committee* del Año Polar Internacional 2007-2008, del comité del Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU) y de la Organización Meteorológica Mundial (WMO).

¿Qué se pretende con la iniciativa del Año Polar Internacional?

En primer lugar, el objetivo del Año Polar Internacional es incrementar el conocimiento sobre las regiones polares (Ártico y Antártida) y sobre los procesos y cambios que allí están teniendo lugar y cómo afectan al conjunto del planeta. Las regiones polares es-

tán insuficientemente conocidas por las dificultades de acceso y de permanencia en ellas, por lo que son escasas las redes de observación. Con el Año Polar Internacional se incrementarán las instalaciones en tierra y las observaciones oceanográficas desde satélites. En el programa también se incluyen la mejora en la gestión y el acceso a los datos, así como la proyección de la ciencia y de la importancia de estas regiones hacia la sociedad en general, a través de iniciativas de educación y difusión.

¿Se ha llegado a alguna conclusión al respecto de los estudios que se están realizando para el Año Polar Internacional?

El Año Polar Internacional ha empezado hace relativamente poco: el 1 de marzo de 2007, y tendrá una duración de dos años. Es decir, estamos en la primera fase de la campaña que se ha rea-



“VIVIMOS EN UN PLANETA SUPERPOBLADO EN EL QUE LOS EFECTOS DE LAS ACTIVIDADES HUMANAS INCIDEN EN LOS CICLOS NATURALES EN UNA MEDIDA SIN PARANGÓN EN LA HISTORIA”.

lizado en el Ártico y ya hay resultados y observaciones que incluso han trascendido a algunos medios de comunicación. Todavía queda por hacer otra campaña ártica y dos campañas antárticas estivales, la primera de las cuales empieza en noviembre. Los resultados se extenderán más allá del 1 de marzo de 2009, fecha oficial en la que finaliza el Año Polar Internacional.

Una persona como usted que ha participado en numerosas expediciones a los polos y a las cordilleras más importantes del mundo, ¿considera las regiones polares como un espejo de la situación climática del planeta?

Los glaciares de montaña están experimentando cambios muy importantes, al ser de menor tamaño y más sensibles al calentamiento. Los Pirineos tienen ahora seis veces menos hielo del que tenían hace un siglo. El Kilimanjaro, en África, es probable que no tenga glaciares dentro de po-

cos años si sigue la tendencia actual. En otras cordilleras, como el Himalaya o los Andes, hay un notable retroceso glaciar, lo cual tiene gran trascendencia para las poblaciones que viven cerca y para los ecosistemas de las regiones periféricas. Sin embargo, a una escala global, las regiones polares son críticas porque en ellas está la gran mayoría del hielo de la Tierra (en la Antártida se encuentra el 90% del hielo del planeta y en el Ártico la mayor parte del resto). Debido a la presencia de hielo, en las regiones polares se ven potenciados los efectos del calentamiento global. Y lo que ocurre en ellas se transmite al conjunto del sistema terrestre a través de las circulaciones oceánica y atmosférica. Al reducirse la cubierta de hielo y nieve, se refleja en menor medida la radiación solar, disminuye el albedo, y eso afecta al balance de energía. En el océano deshelado varían la temperatura y salinidad de las aguas, con los correspondientes efectos sobre las corrientes mari-

nas y los ecosistemas. Las tres zonas de la Tierra que más se han calentado en los últimos 50 años son regiones polares. Es importante hacer un seguimiento de los cambios en las zonas polares y conocer mejor los procesos que allí tienen lugar.

¿Qué papel está jugando el hombre sobre este retroceso de los hielos de los últimos 50 años?

Hoy en día hay evidencias y consenso para reconocer que las actividades humanas son, en una parte considerable, responsables del calentamiento global reciente. Desde el inicio de la Revolución Industrial, a mediados del siglo XIX, se ha producido un notable aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero y los valores de CO₂ y de metano

en la atmósfera son considerablemente superiores a los que ha habido en los últimos centenares de miles de años. Eso lo sabemos al poder comparar los datos instrumentales recientes con el análisis de las burbujas de aire contenidas en el hielo de la Antártida y Groenlandia. Vivimos en un planeta superpoblado, que alcanza ya los 6.500 millones de habitantes, en el que los efectos de las actividades humanas afectan a los ciclos



naturales en una medida sin parangón en la historia de la humanidad.

¿Qué posibilidades pueden tener los gobiernos del mundo para intentar frenar este calentamiento?

Lo primero es ser conscientes de la realidad del problema a partir de los datos científicos fiables existentes. Para ello, la ONU se

ha dotado del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), que es un buen medio para reunir toda la información veraz publicada y para realizar informes, como periódicamente se vienen haciendo. Conviene incrementar la investigación y las redes de observación oceanográfica, atmosférica y terrestre. Hay que tener en cuenta que al tratarse de una cuestión global, hay

que abordarla colectivamente, con acuerdos internacionales. Las ventajas de ello son evidentes, como se demuestra en el Protocolo de Montreal, para la reducción de las emisiones causantes del agujero de ozono o el Protocolo de Kyoto.

¿Ve usted alguna iniciativa por parte de los gobernantes respecto a este problema, al-





¿Cuál tipo de cambio en la forma de hacer las cosas?

Yo soy relativamente optimista en ese sentido. Creo que se ha avanzado considerablemente en la concienciación y la sensibilidad hacia las cuestiones medioambientales. Hoy hay interés y preocupación en la población y se producen actuaciones al respecto. La información ha aumentado muchísimo y la cuestión del calentamiento global y de la necesidad de actuaciones está sobre la mesa en importantes foros internacionales.

¿Cuáles son los aspectos del cambio climático en los que más se centran las investigaciones científicas que se están desarrollando en la actualidad?

Para conocer la situación actual y su evolución se requiere disponer de datos instrumentales fiables, obtenidos mediante redes de observación apropiadas en tierra, en el océano y desde satélites. Por otra parte, se está potenciando la accesibilidad a los datos, que es esencial para poder manejarlos y emplearlos en la elaboración de modelos. Otro aspecto a tener en cuenta es la necesidad de situar los datos actuales y recientes en un contexto temporal más amplio. Esto se debe a que los regis-

“UNA CONSECUENCIA IMPORTANTE DEL CALENTAMIENTO PUEDEN SER LOS EFECTOS SOBRE LA CIRCULACIÓN TERMOHALINA, QUE ES LA GRAN RED DE CIRCULACIÓN OCEÁNICA”

tros instrumentales se remontan a hace poco tiempo y se requiere ampliarlos con datos del pasado, de épocas en que los humanos no afectábamos a los ciclos naturales. Sobre la circulación hídrica bajo el hielo y los lagos subglaciares se han producido notables descubrimientos recientemente. Sabemos que existen grandes lagos bajo miles de metros de hielo (unos cincuenta en la Antártida) y que, en ocasiones, se producen circulaciones de agua a través de grandes ríos a lo largo de centenares de kilómetros.

¿Sería posible aprovechar de alguna manera esas enormes cantidades de agua dulce que se pierden en el deshielo, teniendo en cuenta la gran carencia de este recurso que existe en el planeta?

Hace tiempo se pensó en explotar los hielos como fuente de recursos hídricos. Hubo proyectos para remolcar grandes témpanos de hielo hasta zonas áridas de

Australia o de Oriente Medio. Se llegó incluso a hacer algún intento en este sentido llevando hielos desde Alaska hasta California. Esos proyectos chocan con enormes problemas logísticos y económicos. El hielo se va fundiendo en el transporte, se consume mucha energía en el viaje y se asumen riesgos considerables, en particular en los tempestuosos mares que circundan la Antártida.

¿Qué posibles consecuencias globales a corto plazo podrían existir de mantenerse la situación actual?

La mayoría de los modelos que se manejan apuntan que hacia 2070 ó 2090 el Ártico podría llegar a estar deshelado completamente en verano. Últimamente, sin embargo, con los deshielos observados en los últimos dos años, algunos adelantan esas fechas a 2040 ó 2050. Por primera vez en la historia, este verano el paso del Noroeste entre el Pacífico y el Atlántico ha sido transitable. El





16 de septiembre de 2007 la superficie de hielo marino en el Ártico ha llegado a su mínimo histórico superando el mínimo anterior del año 2005. Este verano el hielo marino en el Ártico ocupó unos 5 millones de kilómetros cuadrados de hielo marino, cuando a finales de los 70 era del orden de 8 millones de kilómetros cuadrados. En esas fechas el buque alemán Polar Stern, que estaba de campaña por esa zona, comunicó que estaba lloviendo en las proximidades del Polo Norte. Una consecuencia importante del calentamiento pueden ser los efectos sobre la circulación termohalina, que es la gran red de circulación oceánica. Las temperaturas de las aguas marinas, al enfriarse en menor grado y mezclarse con aguas dulces en mayor medida, pueden hacer variar las trayectorias de las corrientes, con

consecuencias para el clima de las costas que son bañadas por dichas aguas y en conjunto para el clima global. Los efectos no serán iguales en todas partes; en unos lugares habrá más calentamiento, en otros llegará agua más fría que antes no llegaba y se producirá enfriamiento.

¿Podría llegar a cortarse la circulación termohalina global en algún momento de seguir las cosas como hasta ahora?

No parece fácil que pueda llegar a cortarse del todo. Pero puede experimentar cambios en las direcciones o en la intensidad de las corrientes. Los pasillos oceánicos por donde circulan las aguas enlazando los océanos existen, en general, desde hace millones de años. En este sentido, la geología, a través de los estudios de tectónica de placas y de evolución de

las cuencas marinas, aporta información sobre la circulación oceánica. Uno de los proyectos del Año Polar Internacional, llamado *Plates and gates*, en el que interviene nuestro grupo, aborda el estudio de la apertura y evolución de esos grandes pasillos oceánicos, como el paso de Drake en la Antártida, el estrecho de Bering o el estrecho de Tasmania.

En este Año Polar Internacional, España ha realizado a bordo del Hespérides la campaña ártica que hace poco ha terminado trayendo unas 2,5 millones de muestras de la región polar ártica. En noviembre se desarrolló la campaña antártica y todavía quedarán dos más a cada uno de los polos. ¿Qué conclusiones pueden darnos dichas campañas para la investigación sobre el calentamiento global?

Las mayores observaciones y aportaciones de estos proyectos serán cuando los datos que han obtenido se pongan en conjunto con los que se obtengan en las campañas de los demás colegas dentro de los respectivos proyectos del Año Polar Internacional en los que están integrados. Estos proyectos se integran en un total de 229 grandes proyectos que conforman el Año Polar In-

ternacional. Este tipo de trabajos en cooperación ya se vienen haciendo en la investigación polar y particularmente en la Antártida, donde la mayoría de los proyectos están conectados internacionalmente. De hecho, organizaciones como el SCAR (Comité Científico de Investigación en la Antártida) tienen como objetivo identificar y promover proyectos donde contribuyan varios países.

Usted es presidente del comité español del SCAR y hace unos años actuó como vicepresidente de dicho organismo a nivel internacional, recibiendo el Premio Príncipe de Asturias de Cooperación Inter-

nacional en 2002. ¿Cuál es su función al frente de dicho organismo?

Nuestros objetivos son promover y coordinar la investigación científica en la Antártida, identificar programas especialmente interesantes, favorecer que los grupos de cada país contribuyan a los programas internacionales y favorecer la comunicación entre ellos. El SCAR es el órgano asesor del Tratado Antártico en asuntos científicos. Desde el Comité Español hemos organizado varios simposios de estudios antárticos. El séptimo de ellos se celebró en Granada, en septiembre de 2006. También organizamos *workshops* de carácter científico sobre temas

específicos, aprovechando las reuniones que celebra el comité, que son cada seis meses. Tenemos una página web (www.uam.es/cn-scar) en español e inglés, donde informamos sobre convocatorias, congresos nacionales e internacionales, proyectos que se están llevando a cabo, grupos de investigación, noticias, actividades de difusión, etc.

¿Qué opinión le merecen las afirmaciones de algunos expertos y científicos que tratan al cambio climático como un fenómeno mediático o incluso como un bulo alarmista dedicado a conseguir fondos para su propio beneficio?



En estos temas, como en tantos otros, siempre caben opiniones individuales basadas en el convencimiento o que pueden estar afectadas, en mayor o menor grado, por intereses. Creo que es importante atender a las evidencias y a la información más fiable, que es la información científica no sesgada por intereses particulares. Sobre este tema es recomendable fijarse en los informes del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), dependiente de la ONU, que no maneja opiniones o intereses comerciales. Sus últimos informes, basados exclusivamente en información científica publicada en medios rigurosos, constatan la realidad del calentamiento global y de la intervención humana en el mismo.

Ciertos círculos científicos defienden que, en lugar de en-

contrarnos en un proceso de calentamiento global, los datos hacen pensar que nos encaminamos hacia una miniglaciación parecida a la que tuvo lugar del siglo XVI al XIX. ¿Considera fundadas tales declaraciones?

En algún momento futuro habrá enfriamiento y hasta etapas glaciares, pero desde una perspectiva global la situación actual es de carácter interglaciar, con retroceso de los hielos y nivel del mar relativamente alto. El periodo frío generalizado, que también afectó a la Península Ibérica, que supuso la llamada Pequeña Edad del Hielo, que usted menciona, no parece estar en una perspectiva cercana. De todos modos, que el planeta se haya calentado medio grado centígrado en los últimos 50 años no significa que lo haya hecho en tal medida en todas partes. Igualmente no significa que el enfria-

miento en unas zonas se tenga que traducir en enfriamiento en todas. A la vez que hay zonas en las que pueden aumentar la aridez o las olas de calor, es posible que en otras aumenten las olas de frío o la pluviosidad.

¿Qué le parecen las declaraciones de Mariano Rajoy en las que pone en duda el calentamiento global?

Me parecen altamente desafortunadas. Creo que ha cometido un error al haber hecho esas declaraciones, incluso para sus propios intereses. Ha demostrado un grado de desinformación muy grande. Ha mezclado y confundido la meteorología, relativa a momentos cercanos en el tiempo, con la evolución del clima, que es algo que pertenece a otra escala. En estas cuestiones es sin duda más recomendable fiarse de los datos científicos, como los del IPCC, que de lo que dicen los familiares, sobre todo si éstos no son expertos en el tema.

Tengo entendido que, aparte de la ciencia, la escalada es su gran pasión, habiendo llegado a subir al Everest o al Monte Vinson, el más alto de la Antártida ¿sigue escalando?

Desde niño me ha gustado subir montañas y he tenido la oportu-

nidad de ascender a muchas y muy altas. Esa afición no se me quitará nunca. Me seguirá gustando ir a la montaña y también a las zonas polares, porque me atraen esos lugares y me interesa la naturaleza y la geología. Me gustaría compaginar ambas actividades en la medida posible. Mis obligaciones profesionales y familiares hacen que ahora tenga menos tiempo para hacer expediciones montaÑeras largas y comprometidas, en parte por mi labor en las expediciones a la Antártida y a las zonas polares. Sigo saliendo a la montaña, pero de otro modo. El montañismo tiene la ventaja de que se puede adaptar a las circunstancias que uno tenga. Siempre hay montañas cercanas y más o menos accesibles.

¿Cómo es el trabajo en la Antártida?

Es muy diferente según el tipo de científico que uno sea. No es lo mismo trabajar en un barco que en tierra, ni es lo mismo hacerlo en una base que desde un campamento. En mi caso, a veces una zodiac o un helicóptero nos ha dejado en un lugar remoto, incluso en mitad del hielo, y hemos tenido que montar un campamento desde el que nos hemos movido hacia otros secto-

“ES RECOMENDABLE FIJARSE EN LOS INFORMES DEL PANEL INTERGUBERNAMENTAL DEL CAMBIO CLIMÁTICO, YA QUE NO MANEJA OPINIONES O INTERESES COMERCIALES”

res. A veces hay que soportar la intemperie y las inclemencias meteorológicas del ambiente antártico. En algunos casos los científicos trabajan cerca de una base y hacen su vida allí. Los geólogos, por la naturaleza de nuestro trabajo, en general tenemos que ir a donde están las rocas y para eso, tenemos que cruzar glaciares, acampar en ciertos sitios o llegar a afloramientos que en ocasiones están en lugares alejados o algo dificultosos de alcanzar.

¿Y usted prefiere ese trabajo de campo o el de laboratorio?

A mi me gusta el trabajo de campo. En el ámbito de la geodinámica, que es en lo que yo trabajo, estudiamos los procesos y la dinámica del planeta. Ello requiere ir sobre el terreno, hacer observaciones, medidas en las rocas, tomar muestras *in situ* para luego estudiarlas en el laboratorio mediante análisis sedimentológicos, geoquímicos, mineralógicos, etc.

¿Cree que tiene freno el calentamiento global?

Puede tener freno la parte del calentamiento del que somos responsables los humanos. Para ello debemos reducir nuestras emisiones y adaptar nuestras actividades para que resulten sostenibles y compatibles con el medio ambiente. Pero visto desde una perspectiva geológica, es seguro que el clima va a cambiar como lo lleva haciendo desde hace millones de años en nuestro planeta. Siempre ha cambiado y lo seguirá haciendo. Habrá tendencias que se invertirán y el planeta se adaptará a ellas. El nivel del mar podrá llegar a estar decenas o centenares de metros más alto o más bajo que en la actualidad, como lo ha estado en el pasado. El que cambie el nivel del mar, aunque sea en poca medida, tiene importantes consecuencias. Es probable que el planeta asuma mejor el cambio climático que la humanidad.





B/O Miguel Oliver buque insignia de la investigación marina española

Con este nuevo buque, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, cuenta con la nave más moderna de su categoría en investigación pesquera y marina. El Miguel Oliver es, además, uno de los cinco buques punteros en el ámbito internacional de embarcaciones científicas. **TEXTO Y FOTOGRAFÍAS** Jerónimo Hernández Riesco (SGPM)

El buque multipropósito Miguel Oliver es el tercer buque oceanográfico con el que cuenta el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación que, desde la botadura en el año 2000 del Vizconde de Eza y la puesta en servicio del Emma Bardán en 2006, ha pasado a contar con una de las flotas de investigación pesquera más modernas y de tecnología más

avanzada en el panorama mundial.

Desde su presentación oficial el 6 de julio de 2007, dicha nave es el buque insignia, tanto para la búsqueda de caladeros como para la evaluación de los recursos marinos, y una herramienta fundamental en la cooperación científico-pesquera con países terceros. En este sentido, el Miguel Oliver inició el día siguiente a su

presentación por la Ministra de Agricultura, Pesca y Alimentación, Elena Espinosa, la primera de sus campañas de investigación en el Banco de Hatton, al noroeste de Irlanda, que se centró en el estudio del impacto de las pesquerías sobre ecosistemas marinos vulnerables. Este estudio español, que estuvo dirigido por investigadores del Instituto de Oceanografía (IEO) durante cinco semanas, tuvo como objetivo principal el cartografiado de los fondos marinos del área donde habitualmente faena la flota española, con especial atención a la distribución de corales de aguas frías, esponjas y otros invertebrados bentónicos. En estos días se está desarrollando una campaña con objetivos similares a la del Banco de Hatton en aguas próximas a la Patagonia, tras la conclusión con un rotundo éxito en la evaluación de los recursos pesqueros en aguas de Perú junto con el Instituto del Mar de Perú, cuyos resultados preliminares están arrojando importantes datos para la merluza, el camarón de profundidad, granadero y talismán. Este estudio se vio precedido por la prospección y





FICHA TÉCNICA

ESLORA TOTAL: 70 m
MANGA DE TRAZADO: 14,4 m
PUNTA DE CONSTRUCCIÓN (CUBIERTA PRINCIPAL): 8,50 m
CALADO MEDIO DE PROYECTO: 5 m
VELOCIDAD: 15 nudos
TONELAJE DE REGISTRO BRUTO: 2.490 GT
POTENCIA: 2.000 KW
ELECTRICIDAD: 3,2 MW
AUTONOMÍA: 40 – 50 días
TRIPULANTES: 22
CIENTÍFICOS: 23

CAPACIDAD

COMBUSTIBLE: 446 m³
AGUA DULCE: 97 m³
POTABILIZACIÓN DE AGUA: 11.000 m³
TANQUES DE LASTRE: 204 m³

NAVEGACIÓN

SENSORES DE RUMBO: CG80 y Seapath 20
SISTEMA DE POSICIONAMIENTO DINÁMICO: SDP10
SISTEMA DE CARTOGRAFÍA: OLEX CORREDERA
ELECTROMAGNÉTICA: DL850
RADAR DB10 BANDA X e Y
ESTACIÓN METEOROLÓGICA: AANDERAA
SISTEMA DE REGISTRO DE DATOS DE NAVEGACIÓN: VDR

COMUNICACIONES

SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA: AI80
CONSOLA DE COMUNICACIÓN: GMDSS SAILOR A3
RADIODIAGNÓSTICO DE 27 MHz
RADRIOGONIÓMETRO VHF
INVESTIGACIÓN PESQUERA

SONDA DE INVESTIGACIÓN

PESQUERA: EK60
SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN DE RED SIN CABLE ITI Y PI32
SONAR DE RED FS20/25

LABORATORIO ACÚSTICA

SONDA MULITHAZ: EM302
SONDA DE SÍSMICA PARAMÉTRICA: TOPAS PS18
SONDA HIDROGRÁFICA MONOHAZ: EA600
SISTEMA DE REFERENCIA DEL BUQUE: Seapath 200.

INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS

Todos estos sistemas no trabajarían con tan altas prestaciones, si no existiese una unidad integradora de datos CB1000.

EL BUQUE ES ECOLÓGICO Y SILENCIOSO EL RUIDO Y LA VIBRACIÓN RADIADOS AL AGUA SON INFERIORES A LOS NIVELES EXIGIDOS

evaluación en aguas panameñas, bajo la dirección científica del IEO, en conjunción con una nutrida representación de científicos del país centroamericano.

El buque científico, que cuenta con seis amplios laboratorios especializados, está principalmente diseñado para las prospecciones de abundancia, distribución y estudios de especies marinas, así como para el desarrollo de estudios de geología marina, física, química y medio ambiente, entre otros.

Igualmente, es capaz de albergar simultáneamente a 45 personas, y desplazarse a una velocidad punta de 15 nudos. Estos claros ejemplos cubren la exigente necesidad de ofrecer espacios abiertos y cómodos; así como de una potencia propulsora y una operatividad de un fuera de serie. Con este nuevo buque, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación podrá atender a las numerosas solicitudes para la realización y estudios en caladeros nacionales e

internacionales y se facilitará el suministro de una información a las administraciones pesqueras de los estados, con la finalidad de adoptar medidas que garanticen el uso sostenible de los recursos pesqueros. Por otra parte, el B/O Miguel Oliver permite el funcionamiento y operatividad de los dos robots de inspección submarina, propiedad de la Secretaría General de Pesca Marítima, hasta una profundidad de 650 metros, y, dada su polivalencia, podrá operar ROV's (vehículos operados a distancia) de hasta

4.000 metros de profundidad. La alta fiabilidad y precisión de los datos obtenidos se refuerzan con los sigilosos sistemas de propulsión y detección. Algunos ya califican este buque de ecológico y silencioso. Las inversiones en tecnología permiten que cumpla con las más exigentes recomendaciones del Consejo Internacional para la Exploración del Mar (ICES) contra la emisión de ruidos. Se ha efectuado un enorme esfuerzo para que el nivel de ruidos y vibraciones radiados al agua sean claramente inferiores a los exigidos por la normativa internacional. Además, se refuerza el compromiso en defensa del medio ambiente con una propulsión diésel-eléctrica que supone el empleo de energía limpia.





1. Embarcación motora utilizada para la recogida de plancton.
 2. Embarcación menor utilizada para el trabajo en la bahía
 3. Augusto González de Linares.

Augusto González de Linares (1845-1904)

Cofundador y primer director de la Estación Marítima de Zoología y Botánica Experimental de Santander, Augusto González de Linares, catedrático y krauso-institucionista, fue uno de los componentes del grupo liberal y republicano. Su presencia en la ciudad cántabra se hizo sentir por su destacada personalidad y por regir el primer laboratorio dedicado al estudio del mar. **TEXTO** Benito Madariaga de la Campa, Dr. Veterinario y ex Preparador del Laboratorio del Instituto Español de Oceanografía.

Había nacido en el pueblo de Valle, en Cabuérniga (Cantabria), el 28 de octubre de 1845, en el seno de una familia católica en la que el padre murió cuando el pequeño Augusto tenía tan sólo un año. Sus primeros estudios de bachillerato transcurrieron en el colegio de los PP. Escolapios de Villacarriedo, de 1855 a 1858. Luego continuó, dos años más tarde, en el Instituto de Enseñanza Media de Santander, donde destacó por su laboriosidad y talento. En ambos centros obtuvo un brillante expediente escolar, con sobresaliente en todas las asignaturas.

En Valladolid inició, en el curso 1861-62, sus estudios uni-

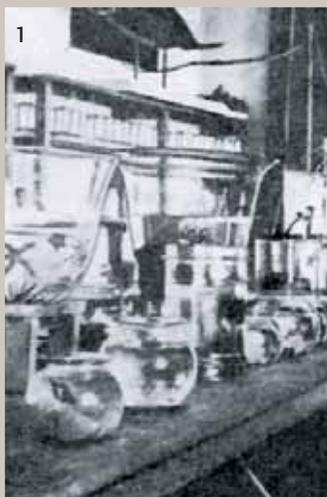
versitarios y allí conoció al periodista José Estrañi, con el que después le unirían más estrechos lazos de amistad, al residir ambos en Santander: Linares, al frente de la Estación de Biología Marina y Estrañi como director y fundador del periódico liberal El Cantábrico. En abril de 1865 participó en Madrid en los sucesos estudiantiles de la noche de San Daniel, lo que explica su espíritu inquieto y la mentalidad que sustentaba ya entonces.

Durante su estancia en Madrid conoció a Francisco Giner de los Ríos, seis años mayor que él, quien le orientó en sus primeros pasos y le aconsejó que se dedicara a las Ciencias Naturales, es-

tudios que simultaneó con los de Derecho.

Terminó sus estudios en 1866 y en 1870 realizó el doctorado en la sección de Ciencias Naturales. A los veintiún años estaba ya Linares desempeñando el cargo de ayudante interino de Mineralogía y Geología en el Museo de Historia Natural y en 1869 pasaba a ocupar el puesto de catedrático sustituto de Historia Natural en el Instituto del Cardinal Cisneros de Madrid. Fue Giner quien le animó a prepararse y a opositar, lo que hizo primeramente para cátedras de Enseñanza Media, en las que obtuvo en 1872 plaza en Albacete y, con pocos meses de diferencia, se





1. Curiosa fotografía con los recipientes de animales marinos en los primeros momentos de la Estación. 2. Josefa Sanz, José Rioja, sucesor de Linares como director, y Luís Alaejos, con el personal subalterno de la Estación de Biología Marina. 3. Ejemplar de cachalote varado en 1894 en una playa de Santander.

presentó a las de Universidad, en las que, una vez aprobado, fue destinado a la Universidad de Santiago de Compostela. Tomó posesión el 1 de agosto de este mismo año, para explicar la asignatura de Ampliación de Historia Natural en la Facultad de Medicina.

Durante el corto periodo de su magisterio en esta ciudad, de 1872 a 1875, tras el que fue separado del profesorado por su protesta contra el Real Decreto y la Circular del 26 de febrero de 1875, que luego expondremos, Linares se ocupó intensamente de los estudios de cristalografía y llamó la atención en la pequeña

ciudad estudiantil por sus teorías, consideradas entonces avanzadas, y por ser exigente y recto en el momento de los exámenes, lo que le ocasionó la malquerencia de algunos alumnos. A partir de este momento, le llegaron cartas anónimas amenazantes en las que algunos de ellos, nada brillantes, aludieron a sus explicaciones heréticas, a la vez que le llamaban “pedante, pasiego y quijote montañés”. Sus teorías fueron consideradas entonces heterodoxas y hasta fue retado a desafío por un estudiante.

De sus intervenciones, la más sonada fue la conferencia que pronunció en el Colegio de Fon-

seca a petición de la Academia Escolar de Medicina. En el transcurso de la exposición y luego en el debate se entabló una acalorada discusión en la que intervinieron partidarios y detractores del evolucionismo.

La teoría de Darwin estaba ya por entonces admitida por bastantes hombres de ciencia y su libro, *El origen de las especies*, que había aparecido en 1859, no llegó a traducirse al español hasta 1877, pero ya antes lo conoció Linares a través de la edición francesa. No obstante, eran más los que veían en el evolucionismo una teoría revolucionaria contraria a la doctrina de la Igle-

sia. Sin ir más lejos, en 1878, Gumersindo Laverde, ante la propuesta hecha por José del Perojo a Menéndez Pelayo para que dirigiera la publicación de una colección de filósofos españoles, le hace a su discípulo cántabro la siguiente advertencia, como condición en caso de aceptarla: “Que en las cubiertas no anuncie a Draper, ni a Darwin, ni a otros autores *ejusden furfuris*”. Esto explica, cómo ha analizado Barreiro³, el que “ni Darwin ni Haeckel entraran en la Biblioteca General de la Universidad de Santiago en todo el siglo XIX”. Pero lo curioso, y a la vez bien triste, es que Darwin y su libro

volverían a prohibirse en España con el franquismo a partir de 1939, cuando el evolucionismo estaba ya admitido y comprobado en todo el mundo y había formado parte de la historia de la ciencia.

En el transcurso de los años 1869 a 1896, se mantuvo una interesante correspondencia entre González de Linares y Francisco Giner, de las que han sido publicadas las cartas del primero por Pilar Faus Sevilla. Gracias a ellas podemos conocer los acontecimientos de su vida, sus lecturas y trabajos. En una de las cartas fechada el 12 de diciembre de 1873 le escribía a Giner en la postdata estas palabras alusivas a la sonada conferencia: “Yo he tenido algún motivo de incomodidad: en esta temporada se han desatado los curas y los que no lo son llamándose panteísta, etc. en una discusión en la Academia de Medicina... en fin... no vale la pena contárselo. Dios los perdone, que

falta les hace en su género”⁴.

La causa de la separación de la cátedra del naturalista cántabro se produciría a raíz del citado Real Decreto y la Circular, disposiciones por las que el Ministro de Fomento, Manuel Orovio, anunciaba a los rectores que las enseñanzas oficiales no debían contener materias que pudieran considerarse un ataque al dogma católico y a las instituciones vigentes. A la vez, se solicitaba a los profesores la presentación de los programas para su posterior autorización por el gobierno, así como los libros de texto que habrían de utilizarse en las explicaciones del curso.

González de Linares y Laureano Calderón, ambos profesores en Santiago, motivaron con su rechazo la llamada Segunda Cuestión Universitaria, protesta que provocó la destitución de los promotores y de algunos profesores krausistas y simpatizantes, como Castelar y Giner. Opinaba

GONZÁLEZ DE LINARES MANIFESTÓ SU RECHAZO AL REAL DECRETO QUE ESTABLECÍA QUE LAS ENSEÑANZAS OFICIALES NO DEBÍAN CONTENER MATERIAS QUE ATACARAN EL DOGMA CATÓLICO



TRES FUERON LOS ARTÍFICES DE LA CREACIÓN EN ESPAÑA DEL PRIMER LABORATORIO DEDICADO AL ESTUDIO DEL MAR: GINER DE LOS RÍOS, GONZÁLEZ DE LINARES E IGNACIO BOLÍVAR

“Si es necesario sujetar la ciencia a la religión del Estado, ¿cómo podrá explicar Geología un catedrático que profese la doctrina Lyell; Historia Natural un catedrático que profese la doctrina de Darwin o de Wallace; Derecho y Moral un catedrático que profese la doctrina de Kant; Estética o Literatura un catedrático que profese la doctrina de Vischer; Filosofía o Historia un catedrático que profese la doctrina de Hegel?”⁵

Como resultado del expediente abierto en 1875, Linares fue separado de la cátedra y se retiró a Cabuérniga donde ese verano acudió invitado su amigo Giner de los Ríos y allí concertaron encontrarse con Salmerón y con Manuel Ruiz de Quevedo, que vino desde el pueblo próximo de Pesquera (Cantabria), donde veraneaba. Fue en esta histórica reunión donde se discutieron por primera vez los fundamentos de lo que iba a ser la Institución Libre de Enseñanza y que se completaron en Madrid en casa de Ruiz de Quevedo y cuyas Bases y Estatutos se firmaron al año siguiente.

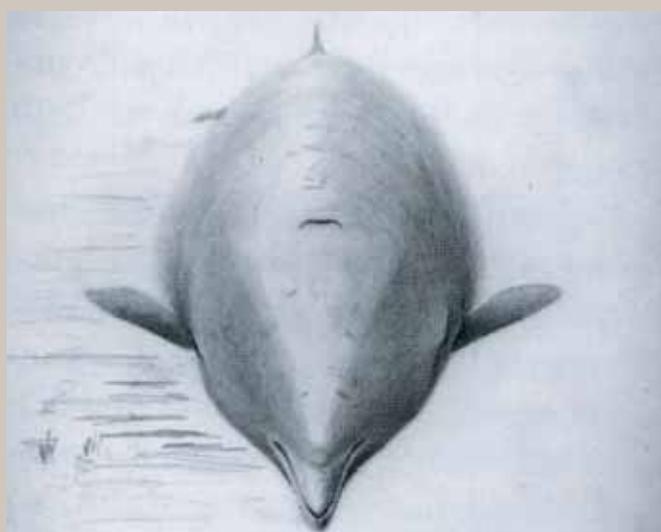
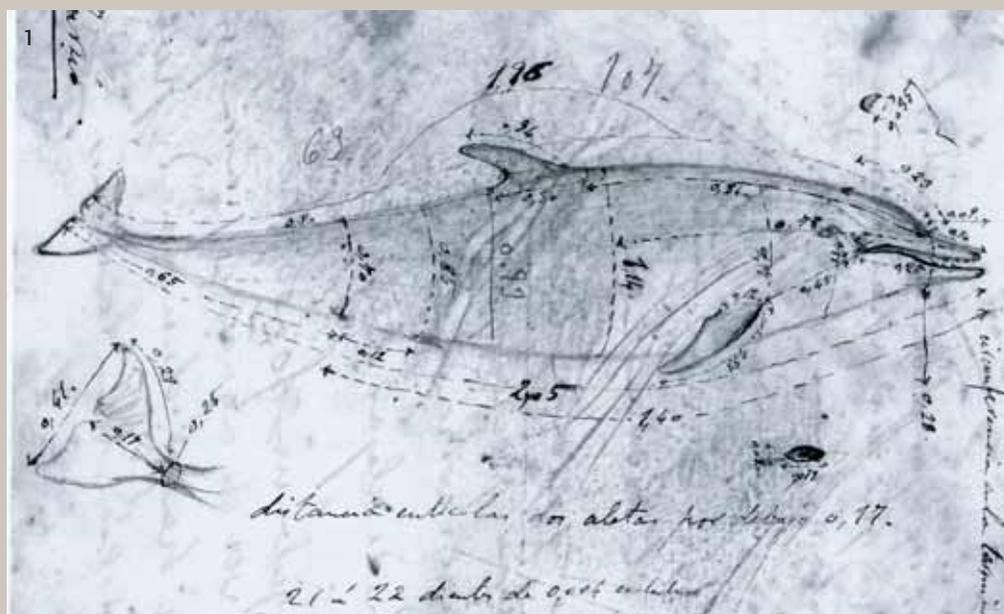
Giner de los Ríos sería después invitado habitual de los Li-

nares durante los veranos, en cuya casa solariega tenía destinada una habitación en la torre, desde donde se divisaba una panorámica que abarcaba todo el valle.

Tras su destitución, se dedicó Linares a estudiar en 1876 la existencia del wealdico en el valle del Saja, en el escudo de Cabuérniga. Un mes más tarde presentó las piezas testigo: fósiles recogidos en la zona. Su compañero Salvador Calderón se interesó por el hallazgo y durante el verano visitó la región con González de Linares y presentó el 8 de noviembre en la Sociedad Española de Historia Natural una nota confirmando el descubrimiento de su colega. Este hallazgo era de sumo interés, ya que la formación wealdense (que es la que contiene los gigantescos reptiles secundarios de Europa o, por lo menos, una de las que posee mayor número de restos), comprendía una extensión en el occidente europeo, insospechada en aquellos momentos. Fue enton-

ces cuando Linares comprobaría la verdad del evolucionismo al descubrirse, en 1878, restos de iguanodontes en Bélgica. En 1883 el profesor Peyton le escribía al naturalista cántabro:

“La cosa más extraordinaria de este descubrimiento es la naturaleza parecida a un ave del Iguanodonte que parece ser un hecho absolutamente establecido por los esqueletos encontrados en Bernissart. M. Bechles me ha dicho que cuando él ha escrito su memoria sobre las *huellas del pie* en el wealdico, cerca de Hastings (hace 20 años), ha advertido los caracteres de ave que presentaban las huellas y que el profesor Huxley estaba completamente de acuerdo con él. Pero el profesor Owen creía que sus ideas eran demasiado avanzadas y, en consecuencia, no ha imprimido esta parte de su artículo, en el *Quarterly Journal*. Usted verá en la figura del



Linares que las exigencias del Ministro habían sido hechas de manera inadecuada, atentaban contra la libertad del catedrático y eran una coacción mecánica hacia el alumnado, convirtiendo al profesor en instrumento del pensamiento del Gobierno. En una palabra, la citada orden de Manuel de Orovio iba contra la libertad de indagación y de exposición en la cátedra. Emilio Castelar, el primero de los dimisionarios, en su renuncia a la cátedra exponía:

1. Notas de estudio de la Estación Biológica sobre cetáceos.
2. Dibujo de un delfín proveniente de la colección del Laboratorio.



⁶ Ver la carta en Benito Madariaga, *Augusto González de Linares y el estudio del mar. Ensayo crítico y biográfico de un naturalista*, Santander, Institución Cultural de Cantabria, 1972, p. 126. ⁷ *En el centenario de la Institución Libre de Enseñanza*, Madrid, Tecnos, 1977, p. 38. ⁸ *El Darwinismo en España*, edición de Diego Núñez, Madrid, Castalia, 1977, p.30. ⁹ Este mismo autor había publicado cuatro años antes *Descendance et darwinisme*, Paris, A. Moussin, 1874. ¹⁰ Vicente Cacho Viu, *La Institución Libre de Enseñanza, I. Orígenes y etapa universitaria (1860-1881)*, Madrid, Edic. Rialp, 1962, p.303.



1. Uno de los botes de la estación para el trabajo en las playas.

2. Primitiva biblioteca de la Estación Biológica.

3. El Beagle en el Estrecho de Magallanes con el Monte Sarmiento al fondo.

Iguanodonte, restaurado en el museo de Bruselas, que el hueso llamado en otra época el cuerno y ahora espolón parece ser el pulgar de una mano de cinco dedos y la mandíbula con los dientes saurianos termina en un pico de loro. Este descubrimiento ha sido hecho en una bolsa de arcilla weáldica en la galería de una mina de hulla y han encontrado también grandes cantidades de peces, tortugas, etc., con muchas plantas y hele-

chos. Sin duda, tendremos muchas otras nuevas especies cuando se haya todo examinado y publicado⁶.

Por los años en que González de Linares y Laureano Calderón explicaban el evolucionismo en la universidad empezaron a traducirse al español una serie de estudios sobre el hombre prehistórico y su cultura. En 1872 se publicó *El hombre fósil* de H. le Hon y en 1876 *Los antepasados de Adán*. Historia del hombre fósil,

obra de Víctor Meunier.

El mérito, pues, de González de Linares estaba en ser uno de los primeros profesores españoles que incorporó el darwinismo a sus explicaciones de cátedra. Caro Baroja asegura que el naturalista montañés “ya tenía preparadas las lecciones generales acerca de la Evolución cuando hizo las oposiciones a la cátedra del Instituto de Albacete”⁷. A su vez, Diego Núñez dice que Linares, en su opúsculo *Ensayo de una introducción al estudio de la Historia*

Natural (1874), “elabora una filosofía natural de carácter evolucionista”⁸. Otra prueba es que entre la documentación consultada por él, que figuraba entre sus libros en la antigua Estación de Biología Marina de Santander, estaba un trabajo de Oscar Schmidt, profesor de Zoología en la Universidad de Strassburgo, titulado *Darwinismus und Socialdemokratie*, publicado en Bonn en 1878⁹.

En 1880 dejó sus funciones de profesor en la Institución Libre de Enseñanza y visitó los laboratorios de Wimereux, Concarneau y Marsella, especializados en el estudio de la biología marina. Durante su estancia en París contrajo matrimonio con Luisa de la Vega y Weter, hija de español y francesa. Estando en Concarneau nació en 1884 su hijo Antonio. En París estuvo estudiando unos meses en el Jardín de Plantas de esta ciudad, donde trabajó en la sección de botánica sobre los hongos inferiores y sus cultivos, bajo la dirección del profesor von Thiegen. Durante este tiempo pudo ver, según él mismo confiesa, las colecciones de la fauna marina recogidas en el mar Cantábrico por el buque oceanográfico *Travailleur*. El 16 de agosto de 1883, a su regreso a España, es comisionado para estudiar duran-



te cuatro meses la fauna y flora litoral en la costa de San Vicente de la Barquera, cuya fauna estuaria en varias ocasiones.

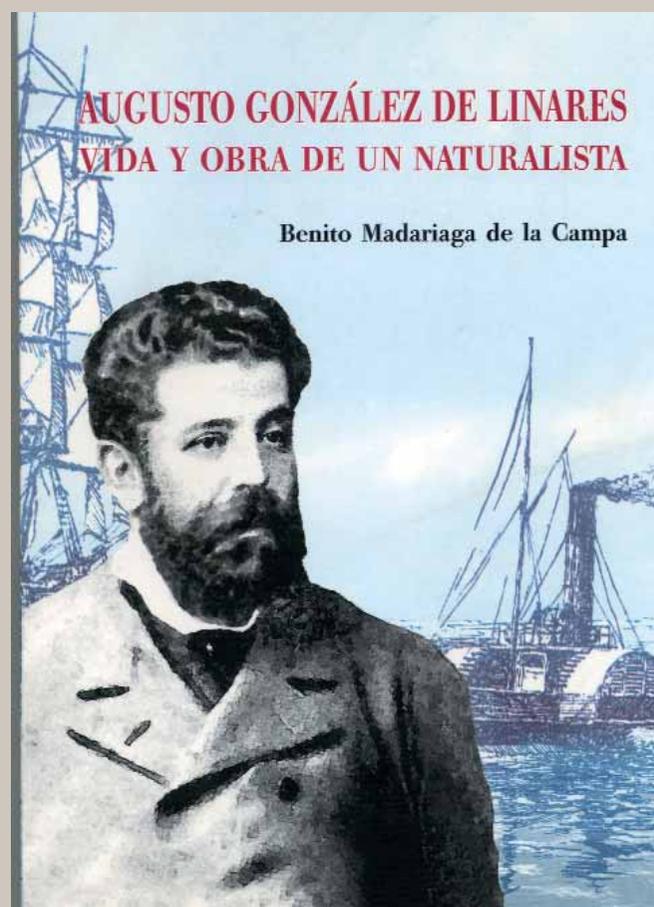
En 1881 había sido restablecido en la cátedra con destino en la Universidad de Valladolid, pero ya para entonces tenía madurada la idea de crear un laboratorio en España dedicado al estudio del mar, como se ha apuntado. Tres personas influyeron en el proyecto de creación del citado laboratorio: Giner de los Ríos, González de Linares e Ignacio Bo-lívar.

En este mismo año, en el que es repuesto en la cátedra, El Aviso, periódico bisemanal de Santander, daba el 11 de junio la siguiente noticia: "Nuestro distinguido paisano Don Augusto González de Linares ha sido comisionado por el gobierno para estudiar en Inglaterra, norte de Francia y noroeste de Alemania el terreno wealdico y algunas otras cuestiones científicas".

Unos cinco años estuvo todavía vinculado a la enseñanza oficial universitaria, hasta que solicita la excedencia para dedicarse plenamente a su proyecto de crear y dirigir un laboratorio de investigación de la biología marina, al estilo de los existentes en el extranjero. Para ello necesitaba prepararse en biología marina, ya

que en España no había ningún centro que enseñara a los naturalistas esta especialidad. Con este motivo, de 1882 a 1884 explora las costas del norte de España y de Levante. Empezó por la de Santander a finales de 1882 y principios del año siguiente, la de Valencia desde marzo a abril de 1883 y la de San Vicente de la Barquera a últimos de este año y comienzos de 1884. Los dos siguientes los dedicó a la recogida y estudio de especies en la ría de Santoña y en la costa inmediata, desde Noja a San Julián. Durante seis meses, fue después comisionado, a partir de septiembre de 1886, para prepararse y estudiar en la Estación Zoológica de Nápoles, la organización del centro para que sirviera de modelo de lo que debiera ser el centro de Santander. Tal como le escribe a Giner, ya en 1881 tenía pensado ir a Italia. Durante su estancia en Nápoles fue estudiando sucesivamente microtomía con P. Mayer, los radiolarios con el dr. Brandt y los peces con Rafaele. En una de sus cartas le dice en 1887:

"Mi tarea principal ha sido, pues, conocer la fauna pelágica, de la que no tenía idea; y que sobre ser riquísima, es muy interesante. No había visto nunca más de dos



Benito Madariaga de la Campa

especies de medusas; no conocía los sifonóforos ni los ctenóforos; ahora me voy familiarizando con todos ellos. Los anélidos y moluscos pelágicos, las larvas y embriones de diferentes grupos me eran desconocidos también,

y veo aquí cada día 10 ó 12 formas vivas diferentes. He aprendido a preparar las formas pequeñas para conservarlas en bálsamo de Canadá y tenerlas como medio de ulterior estudio microscópico" (Faus, p. 264).

Como vemos, en la estación de Nápoles fue Linares preparándose en los diferentes grupos zoológicos marinos, aparte del estudio de las algas.

Tras múltiples dificultades se consiguió que el laboratorio de zoología marina de Santander se aprobara el 14 de mayo de 1886 por Real Decreto, siendo ministro de Fomento Eugenio Montero Ríos, que había sido uno de los profesores dimisionarios cuando la Cuestión Universitaria y había dirigido entonces un escrito al ministro de Fomento en el que, sin renunciar a su catolicismo, estaba en contra de la limitación de "la libertad de conciencia y la emisión del pensamiento en su concreta aplicación a la enseñanza"¹⁰.

En agosto de 1887 desde Madrid, Linares oficiaba al director de Instrucción Pública informándole de que, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo adicional del Decreto Fundacional, procedería junto a su ayudante José Rioja y Martín a realizar la exploración de las costas de España para elegir el sitio que habría de proponer para el emplazamiento de la Estación Marítima de Santander, para lo que solicitaba se libe-rara la cantidad necesaria para realizar los viajes. Al mes siguiente, solicitaba permiso para estudiar en el Museo de Ciencias Natura-

les los ejemplares de celentereos, equinodermos, gusanos, tunicados, etc. traídos por la comisión de naturalistas españoles que hicieron un viaje de exploración al Pacífico.

En un principio, se pensó crear el laboratorio en San Vicente de la Barquera pero las condiciones favorables que ofrecía Santander, y las subvenciones del Ayuntamiento y de la Diputación, inclinaron al naturalista montañés a establecer el laboratorio en la capital. De su puño y letra razonó así los motivos del emplazamiento:

"I- Por razón de la mayor proximidad de la fauna profunda, cuya importancia es hoy mayor que la de la litoral o coordinada, a lo menos.

II- Por razón del orden que debe seguirse en el emplazamiento de los laboratorios, de manera que se escalonen a lo largo de la costa oceánica, para seguir el itinerario a través de ella de las especies desde su origen septentrional.

III- Por la necesidad de que, careciendo la costa oceánica cántabra de universidad litoral, que se encargue de instalar Laboratorio, surja éste aparte, ya que Galicia, Portugal, Sevilla y Cádiz, en el Océano, y Barcelona, Valencia y



¹¹ Benito Madariaga de la Campa, *De la Estación de Biología Marina al Laboratorio Oceanográfico de Santander, Santander, 1986.*



1. Monumento erigido al naturalista.
2. Tumba de Augusto González de Linares en el cementerio de Ciriago.

Granada en el Mediterráneo vendrían a llevar esta misión en sus costas”.

En octubre de 1888 el Ayuntamiento de Santander acordó subvencionar al Laboratorio con siete mil quinientas pesetas durante doce años en caso de insta-

larse en dicha localidad. Por su parte, la Diputación se comprometía a aportar cinco mil pesetas durante el mismo tiempo, con lo cual se fijaba ya definitivamente, el lugar de la instalación.

En el debate en el Senado de este año, Mariano de la Paz

Graells, precursor de Linares en la idea de los laboratorios marinos y en la exploración de las costas, pidió que se le informara sobre su creación, el director nombrado, el personal y la labor realizada. En febrero de 1890 volvió a atacar a la Estación por los pocos frutos que, a su juicio, había dado hasta entonces.

Provisionalmente se instaló en el Sardinero, en un chalé de Concepción Abad. La ausencia de una conducción adecuada de agua de mar obligó a trasladarla en recipientes para poder introducir las diferentes especies de estudio. Luego vinieron los traslados, las instalaciones provisionales y

los problemas del mantenimiento. El lento desarrollo de la Estación Biológica y sus penurias económicas, que obligaron incluso a Marcelino Menéndez Pelayo a tener que recomendar la Estación ante Cánovas del Castillo, es todo un ejemplo de la indiferencia mantenida hacia el centro, contra la que tuvo que luchar González de Linares toda su vida. Menéndez Pelayo, en un artículo sobre el esplendor y decadencia de la cultura científica española, publicado en *La España Moderna*, solicitó en 1894 la creación en España al menos de una Facultad de Ciencias y citaba al Laboratorio de Santander como ejemplo de centro de investigación descentralizado en su emplazamiento, casos análogos que se precisaban entonces también en otros lugares de la costa española.

Muerto Linares en mayo de 1904, tres años después se trasladó provisionalmente todo el material a un pabellón de Molnedo, construido gracias a la comisión de Festejos del Comercio de Santander. Con la llegada de la República, el Instituto Español de Oceanografía pensó instalar en 1931 el laboratorio en las inmediaciones del Promontorio de San Martín. Dos años más tarde, la Sociedad Amigos del Sardinero propuso que la Estación Biológica

se llevara al cuartel de la Guardia Civil situado a la entrada de la Península de La Magdalena. A su vez, el concejal socialista Macario Rivero amplió la idea, ya que, a su juicio, Santander debería construir un Palacio del Mar para albergar el laboratorio y los acuarios. Sin embargo, a pesar de que se aceptaron ambas propuestas y se constituyó una junta para su estudio, el problema quedó pendiente e, incluso, se hicieron proyectos por los arquitectos Lavín del Noval (1935), Mariano Lastra (1936) y después de la Guerra Civil por Angel Hernández Morales (1946) y Juan José Resines (1956). Pero, como es sabido, la provisionalidad es muy peligrosa en nuestro país y más cuando no hubo voluntad de resolver el problema debido a la adscripción de su fundador a la Institución Libre de Enseñanza”.

Si quisiéramos resumir el papel desempeñado por este centro científico y su importancia en el desarrollo del estudio del mar, hay que tener en cuenta y enumerar su labor en la exploración de las costas españolas, la creación de una colección de especies marinas única en su tiempo, su clasificación y conservación en alcohol y formol, el envío de ejemplares a colegios y universidades con fines pedagógicos, la prepa-

ración y montaje de diversos cácteos, colección definida por Linares como la más completa existente entonces en España e instalada actualmente en el Museo Marítimo sin que desgraciadamente figure su procedencia y, finalmente, la preparación de becarios y profesores de Ciencias Naturales. Primero la Estación biológica y después, ya con nombre de Laboratorio Oceanográfico de Santander, fueron durante el siglo XIX y XX los lugares de enseñanza práctica utilizados gracias al celo de Augusto González de Linares, de su continuador el profesor José Rioja y Martín y de los sucesivos directores de aquella romántica Estación que se mantuvo casi en ruinas hasta que se inauguró el actual edificio el 17 de marzo de 1978. Por este Laboratorio pasaron científicos de la talla de Luis Simarro, José Fuset, Orestes Cendrero Curiel, Antonio de Zulueta, Enrique Rioja, Emilio Rodríguez López Neira, Rafael de Alvarado, etc. Incluso Santiago Ramón y Cajal se sirvió de este laboratorio en sus peticiones de material de estudio.

Al conmemorarse en 2004 el centenario de la muerte de Augusto González de Linares, justo es que por la labor desarrollada se le rindiera un tributo de homenaje y agradecimiento.



**9 DE NOVIEMBRE 2007 AL
31 DE MARZO 2008**

**Exposición Corales,
arquitectos del océano.
Oceanográfico de Valencia.**

Más Información en:
www.cac.es/programaciones/CAC/
programa_cac/?contentId=106042

**2 DE ABRIL
Donostia-San Sebastián. XI
International Symposium
on Oceanography of the
Bay of Biscay**

Más información en:
www.azti.es/oceanography/

**8-9 DE ABRIL
2008 Goos demonstration
workshop**

Jornadas de trabajo dedicadas
a oceanografía operacional.
Sede del ICES en Copenhague
(Dinamarca).
Más información:
www.ices.dk

**21-25 DE ABRIL
VIII Session of the IOC
Advisory Body of Experts
on the Law of the Sea
(IOC/ABE-LOS VIII)**

Sesión de apertura el lunes
21 de abril de 2008 a
las 10.00 en el salón VI de
la sede de la UNESCO 7,
Place Fontenoy 75007-Paris

**19-23 DE MAYO
Effects of Climate Change
on the World's Oceans.
Centro Oceanográfico de
Gijón.**

International Symposium,
Inscripciones hasta el 15
de febrero.
Más información:
www.pices.int/meetings/internatio
nal_symposia/2008_symposia/Clim
ate_change/climate_background_3.
aspx

ODÓN DE BUEN

RADMED 02 08,
1 febrero-29 febrero
Estudio de variabilidad
climática en las aguas del
Mediterráneo Occidental.
INGRES, 5-9 de marzo
Procesos hidrodinámicos en el
Estrecho de Gibraltar.
RADMED 04 08, 15 abril-14
mayo
Estudio de variabilidad
climática en las aguas del
Mediterráneo Occidental.

**CORNIDE SAAVEDRA
OSPAR 02 08,** 17-21 febrero
Muestreo de sedimentos en
fondo marino en Golfo de
Cádiz.

RADPROF 03 08, 24 marzo-
04 abril
Estudio en la zona de la
plataforma continental y talud

de Galicia y Cantábrico, con el
fin de conocer la dinámica de
las masas de agua de la zona.
SAREVA, 6-30 de abril
Recogida de muestras de
huevos de sardina en las zonas
de puesta.

**B/O HESPÉRIDES
TRYNITROP,** 1-30 de abril
Trichodesmium SPP y fijación
de nitrógeno
(N2) en el Atlántico Tropical.



CRATURAS ABISALES
Criaturas abisales es un libro
excepcional y único donde su
autora, Claire Nouvian, nos traslada
a las profundidades de los océanos,
a 5.000 metros bajo el mar, donde la
oscuridad resalta la belleza de las
criaturas que la habitan. Son
imágenes nuevas de vampiros de los
abismos, pulpos con orejas,
monstruos de las profundidades,
fósiles vivientes o frágiles criaturas
bioluminiscentes. La autora ha
seleccionado una serie de
fotografías inéditas que ensanchan
las fronteras de nuestro saber y
dejan sin palabras ante tal
diversidad de vida. Las 200
fotografías de gran formato nos
acercan, más que ningún otro libro,

a estos animales.
Autor: Claire Nouvian
**Editor: La Esfera De Los
Libros, SL.**
Páginas: 252
ISBN: 84-9734-675-0

OCÉANOS
Espectaculares fotografías a color de
los grandes océanos del mundo, la
flora y la fauna que habitan en
ellos, las embarcaciones que los
atravesian y la belleza y el poder
absoluto cuando la tierra se
encuentra con el mar. Este
magnífico libro retrata, en

espectaculares fotografías, el
inmenso poder y la dramática
belleza de los grandes océanos del
mundo, los cuales cubren dos tercios
de la superficie de la Tierra, unos
225 millones de kilómetros
cuadrados. Las vastas áreas
oceánicas siguen relativamente
inexploradas y poco explotadas
aunque, a través de ellas, se realizan
el 90 por ciento de los transportes
comerciales mundiales, así como los
de petróleo y gas, y otros minerales,
para beneficio de la Humanidad.
Autor: David Miller
Editorial: Edimat
Páginas: 256
ISBN: 978 84-9764-986-5

**CAMBIO CLIMÁTICO EN EL
MEDITERRÁNEO ESPAÑOL**
En este libro, 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. Con este volumen, el
IEO inicia 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 el Instituto Español
de Oceanografía**
Páginas: 170
ISBN: 84-95877-39-2

**THE OCEANIC
THERMOHALINE CIRCULATION
AN INTRODUCTION**
En este libro se presentan
diferentes aspectos de la circulación
termohalina oceánica
(la circulación convectiva que afecta
de modo global al conjunto de las
masas de agua oceánicas). Se
considera que esta circulación es un
proceso clave en los intercambios
globales de calor y un factor muy
importante en el cambio climático.
Este libro combina el análisis de los
aspectos termodinámicos del agua
de mar y la dinámica geofísica de
fluidos (ambos factores son clave a
la hora de comprender este sistema
global de circulación) con los
métodos básicos de observación
oceanográfica para intentar analizar
y comprender este fenómeno.
Autor: Hendrik M. van Aken
Páginas: 326
Editorial: Springer
ISBN: 978-0-387-36637-1





**SEDE CENTRAL
Y DIRECCIÓN**

Avda. de Brasil, 31.28020 Madrid
Teléfono +34 915 974 443
+34 914 175 411
Fax +34 915 974 770
E-mail: ieo@md.ieu.es
Web: www.ieu.es

**UNIDAD OCEANOGRÁFICA
DE MADRID**

Corazón de María, 8.
28002 Madrid
Teléfono +34 913 473 600
Fax +34 914 135 597

**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.ieu.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: iosantander@st.ieu.es

**PLANTA EXPERIMENTAL
DE CULTIVOS MARINOS**

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.ieu.es

**CENTRO OCEANOGRÁFICO
DE CANARIAS**

Planta Experimental de
Cultivos Marinos
Carretera de San Andrés, s/n
Apdo. 1373

38120 Sta. Cruz de Tenerife
Teléfono +34 922 549 400
Fax +34 922 549 554
E-mail: coc@ca.ieu.es

**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: ieamalaga@ma.ieu.es

ESTACIÓN DE BIOLOGÍA PESQUERA

Instituto de Investigación CACYTMAR
Avd/ República Saharaui, s/n
11510 Puerto Real

(Cádiz) Teléfono +34 956 016 290
Fax +34 956 016 415

**CENTRO OCEANOGRÁFICO
DE VIGO**

Planta Experimental de Cultivos
Marinos Cabo Estay – Canido
Apdo. 1552. 36200 Vigo
Teléfono +34 986 492 111
Fax +34 986 498 626
E-mail: ieoVigo@vi.ieu.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.ieu.es

**PLANTA EXPERIMENTAL
DE CULTIVOS MARINOS**

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.ieu.es





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 electrónica del
Instituto Español de Oceanografía (IEO)
Avda. de Brasil, 31 • 28020 Madrid
Teléfono +34 915 974 443
+34 914 175 411
Fax +34 915 974 770
E-mail del IEO: ieo@md.ieo.es
E-mail de la revista: revistaieo@md.ieo.es
Web: www.ieo.es



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA



Arriando un CTD a bordo del Odón de Buen