

LOS OCÉANOS: PASADO Y FUTURO

El mar ha impulsado a través de los tiempos la expansión del hombre en el espacio, y el perfeccionamiento del arte de navegar ha sido factor determinante en el largo camino desde la aldea primitiva a la aldea global planetaria, habiendo establecido las culturas mediterráneas de la antigüedad las bases de la náutica.

Los barcos egipcios, fenicios y griegos conjugaban ligereza y resistencia y hace milenios que recorrían todo el Mediterráneo. Los romanos disponían de una marina comercial y logística que navegando a vista de costa les permitía comunicar su imperio.

El renacimiento proporciona avances náuticos importantes: la brújula, la astronomía aplicada a la navegación y la cartografía fueron los pilares del gran acontecimiento que se avecinaba, las navegaciones oceánicas de altura que protagonizaron Portugal y España.

Los chinos descubrieron las propiedades de la magnetita y con ella inventaron la brújula, que les permitía orientar sus caravanas por las inmensidades del desierto de Mongolia y, posteriormente, los barcos en la mar.

Mercaderes y viajeros occidentales, como Marco Polo, llevaron a través de la ruta de la seda noticias de estos progresos chinos.

Fueron los mesopotámicos, los egipcios y después los griegos los que estudiaron la posición de los astros y efectuaron estudios astronómicos muy importantes. Durante las invasiones bárbaras, los árabes, grandes matemáticos, custodiaron los conocimientos astronómicos clásicos que el mundo occidental tenía casi olvidado.

Alfonso X el Sabio, reúne en su palacio de Galiana de Toledo una corte de científicos y traductores árabes y judíos que actualizaron varias obras, principalmente las tablas de altura de los astros. Y como premio a la colaboración judía, Alfonso, rey magnánimo y liberal, les regalo la sinagoga de la Blanca.

Para poder conocer la latitud, los marinos tuvieron que aprender a tomar la altura del sol y las estrellas con instrumentos adecuados. Estas observaciones permitían, consultando las tablas de altura, conocer los grados que separaban un navío del ecuador.



El mar: mitos y leyendas. (Autor: U. Lugiis. Foto: J. E. Lechuga Serantes).

Medir el tiempo era importantísimo; durante siglos los relojes de arena, agua, sol o candela, fueron utilizados de forma rudimentaria. Los de arena se utilizaron a bordo; y con estos relojes, se podía tener una idea aproximada del paso del tiempo, que permitía estimar la velocidad del navío.

En la Baja Edad Media, «los cartógrafos» solamente se preocupaban de la distribución de las tribus de Israel, de acuerdo con las sagradas escrituras, y de la situación del paraíso y restante información y profecías bíblicas, pero su eficacia práctica era nula. En este siglo y en el siguiente destaca la importantísima escuela cartográfica mallorquina.

El infante don Enrique de Portugal reúne en Sagres un equipo de técnicos y científicos en saberes náuticos, y con espíritu empresarial organiza sucesivas expediciones explorando la costa africana hacia el sur. El estímulo de alcanzar los codiciados productos del Extremo Oriente y conectar con la corte del cristiano rey de Abisinia —Preste Juan— lleva a los portugueses, tras épicos esfuerzos

(reflejados por Camoens en el inmortal poema «Os Lusíadas»), a conseguir alcanzar las costas de la India, Japón y China.

España apuesta por la ruta del Oeste y tras la experiencia de la conquista de las Canarias hace frente, con éxito, a la exploración y conquista del continente americano.

El siglo XVI y XVII, marca la historia de la evolución humana un hecho trascendental: por vez primera se adquiere conciencia global del planeta, que se materializó con el viaje Magallanes-Elcano que, tras indecibles penurias, consigue circunnavegar la Tierra. La cuenta atrás, de lo que hoy al borde del tercer milenio entendemos por aldea global, ha comenzado. Homo sapiens-homo nauta-homo espacial son tres estadios de la evolución en que el factor comunicación acelera el progreso.

En el comportamiento de los seres vivientes existen factores comunes de adaptación y evolución. Ya Darwin comprobó en los Galápagos cómo pájaros de una misma especie adaptaban las formas de sus picos según los

alimentos predominantes de cada isla. Durante 6.000 años de navegación, los hombres de mar alcanzan señas de identidad propias: balanceo en el andar, mirada al infinito y una mezcla de abnegación y esperanza, capaz de superar las mayores penalidades para llegar a la otra orilla.

La exploración de los océanos y el dominio del arte de navegar, con el invento del cronómetro para lograr posiciones de precisión, así como el establecimiento de observatorios astronómicos, como el de Cádiz, París, Greenwich, establecen las bases a partir del siglo XVIII de la moderna ciencia náutica.

Pero nada es gratuito en la naturaleza y toda acción produce respuestas muchas veces imprevistas. ¿No es extraordinario que el choque de un gran meteorito provocara la extinción de los dinosaurios y que fortuitamente a partir de entonces surgiera de pequeños seres vivientes la cadena evolutiva hasta el hombre actual?

La tendencia egocéntrica del hombre le lleva a considerar con inmediatez temporal y espacial la causa y efecto de los acontecimientos de los que es protagonista. Factor importantísimo de la ciencia y técnica actual es que sitúa los acontecimientos en una perspectiva mucho más profunda.

Somos proyectos inacabados, con caminos diferenciados y alternativos. Una hipotética colonización de los fondos marinos obligaría al hombre a adaptar su fisiología, transformándose en un bentovio, lo que tras millones de años nos llevaría a convertirnos en seres anfibios con un aspecto muy diferente al actual. El camino más probable de la conquista espacial da lugar a pensar que nuestros tataranietos espaciales tendrán un aspecto muy diferente al nuestro: la razón radica en que su organismo se transformará para aprender a desenvolverse sin la fuerza de la gravedad.

Pero hay algo claro que subyace en el alma y es que sobre todo avance técnico el hombre es ante todo un ser estético, creador y artista y que siente una dramática necesidad de conciliar la belleza de la biodiversidad y pureza de la naturaleza con lograr ir más allá en todos los campos, es decir, con el desarrollo científico e industrial. La naturaleza tiene una velocidad de recuperación que el hombre



Nave real egipcia de hace 4.500 años descubierta en una fosa sellada al pie de la pirámide de Keops. (Foto: J. E. Lechuga Serantes).

no debe traspasar. La desertización del campo y fondos marinos tiene un límite al que nos estamos aproximando. A partir de una atmósfera sin oxígeno, sin protección de ozono y sin vida animal ni vegetal, el hombre desaparece, iniciándose, tal vez, un larguísimo proceso a través de partículas vivas elementales. Una fórmula prometedora es apostar por el futuro, conservando lo mejor del pasado: los mares representan la mayor riqueza del planeta por su biodiversidad y capacidad de autogeneración, siendo un patrimonio común de la Humanidad. Por ello, una fuerte conciencia ecológica solidaria debe imponer leyes para que puedan seguir siendo la base de la vida y del futuro.

El 98 por 100 del agua del planeta se encuentra en los océanos, y en ella están disueltas diversidad de sustancias en proporción casi constante.

Gracias a la luz solar surgió en el seno de los mares, hace millones de años, el primer eslabón de la vida. A partir de entonces en el planeta azul se multiplicaron las especies de vegetales, animales marinos y terrestres en un equilibrio de intercambios de energía, entre la atmósfera, litosfera e hidrosfera, que garantizan una evolución abierta hacia el futuro.

Los rayos solares atravesando la superficie del mar transforman las sales inorgánicas disueltas en materia viva. Esta reacción se produce en el grupo de seres vivos llamado fitoplancton, que se compone de algas microscópicas, capaces de realizar fotosíntesis. El 75 por 100 de los procesos fotosintéticos del planeta se efectúan en el mar, así es que la mayor parte del oxígeno atmosférico tiene un origen marino. El conocimiento físico-químico del océano se basa en la toma de datos y análisis de multitud de muestras.

Los fenómenos físico-químicos y biológicos observados desde buques oceanográficos mediante una sofisticada tecnología permiten la exploración y toma de muestras hasta en las máximas profundidades. Vigilar la presencia de sustancias procedentes de residuos industriales y su impacto ambiental es una de las misiones encomendadas a la Oceanografía.

El plancton está constituido por microorganismos vegetales y animales, cuyo movimiento autónomo, cuando lo tienen, no sobrepasa al de la masa de agua, considerándose que viven flotando a la deriva. El fitoplancton más numeroso lo constituyen diatomeas y dinoflagelados y son los principales iniciadores de la cadena alimentaria. El zooplancton lo forman todos los huevecillos y estados larvarios de animales superiores y adultos microscópicos.

El necton lo forman todos los animales marinos que conocemos, tales como los tiburones, ballenas, peces, cangrejos, medusas... Todos experimentan migraciones verticales y horizontales, cuya magnitud varía desde un metro hasta miles de kilómetros.

Bentónicos son los organismos que habitan en el fondo del mar, desde el litoral hasta las fosas más profundas, con adaptaciones especiales para vivir fijos en las rocas, deambular por el fango y aun dentro de él, en presencia de luz o sin ella, para cuya función

tienen apéndices sensoriales altamente desarrollados.

La comunidad pelágica la forman comunidades de peces que nadan en aguas abiertas y que no dependen directamente del fondo marino. Tanto los seres filtradores de plancton como los predadores forman parte de la cadena alimentaria.

Frente a la agricultura y la ganadería, la pesca ha seguido tradicionalmente el método simple de la recolección.

Ante unas sobre capturas tales, que ponen en peligro a muchas especies y al equilibrio ecológico del sistema marino, la potenciación de las ciencias del mar permite albergar importantes esperanzas. Una abusiva utilización del mar puede envenenarlo y agotarlo, lo que podía tener consecuencias catastróficas para todo el planeta, debido principalmente a una progresiva carencia de oxígeno en la atmósfera terrestre. Una pesca controlada debe respetar los ciclos biológicos y el tamaño y número de capturas.

Frente a la agricultura, la acuicultura está despertando, con un retraso de miles de años. En países pioneros, como Japón y España, el consumo de productos marinos procedente de cultivos controlados aumenta progresivamente, siendo previsible que los avances científico-técnicos conviertan en el futuro el mar en una gigantesca granja.

La reconversión del sector pesquero requiere potenciar la formación y la investigación sobre los seres marinos.

Los centros de experiencias marinas y de acuicultura deben contar con las instalaciones técnicas y los efectivos humanos en función de los proyectos de investigación que estén desarrollando, tales como: estudios sobre la biología de las diferentes especies de peces y moluscos, así como su patología más frecuente. Su cultivo en cautividad, o las condiciones necesarias para la explotación de bancos naturales de moluscos y de la productividad primaria en determinadas áreas.

España, y particularmente Galicia, se encuentra entre los líderes mundiales de la cría industrial de especies marinas.

Si los recursos vivos del mar son estudiados y tratados por el hombre en la medida de su importancia, el mar podrá ser la gran dispensa de futuras generaciones. Por el

contrario, una contaminación masiva de la aguas, junto a una explotación abusiva e irracional de los seres marinos, podría llevarnos a una gran catástrofe.

La construcción naval debe hacer frente a una demanda muy diversificada de tipos de barcos que permitan utilizar el medio marino en sus múltiples posibilidades con relación a las nuevas exigencias socio-económicas.

Los buques de recreo y deportivos presentan un sector en alza al aumentar el poder adquisitivo medio y el tiempo libre.

La flota de pesca ha transformado sus unidades con medios más complejos de captura, con gran autonomía sobre la base de potentes sistemas para el congelado de la pesca y con una habitabilidad que les permite a menores tripulaciones mejorar sus condiciones de vida.

El tipo de carga da lugar a la especialización en la construcción de buques según la mercancía que transportan: portacontenedores, petroleros, quimiqueros, para áridos, transporte de coches. Este proceso racionalizador ha extendido el espacio portuario, que principalmente en los grandes puertos se organiza con terminales por tipos de buques.

El casco y la propulsión son elementos esenciales del buque, permitiendo instalar las más variadas aplicaciones, tanto de transporte de carga como para otras funciones científicas, industriales o militares.

Esta situación afecta al astillero, que también debe especializarse o modernizarse para hacer frente a una fuerte competencia. Continuadores de una intensa tradición histórica, los astilleros españoles afrontan el reto de los nuevos tiempos adaptando sus instalaciones. Se acomete en ellos la construcción de buques muy especializados y trata de competir, mediante nuevas fórmulas constructivas, con otros países que disponen de mano de obra muy barata.

Cualquier prototipo de buque requiere perfeccionarse mediante experiencias hidrodinámicas. España dispone en El Pardo, a pocos kilómetros de Madrid, de uno de los más prestigiosos centros de experiencias hidrodinámicas del mundo.

Los avances en la ingeniería naval, además de mejorar los medios de transportes marítimos, representan un apoyo a los siste-

mas de penetración submarina para el uso y explotación de los fondos oceánicos. Efectivamente, en este siglo y a consecuencia de los avances tecnológicos, el concepto plano del océano ha dado paso a una visión y utilización tridimensional de los mares. Esto significa la puesta en funcionamiento de nuevas vías de transporte de materias primas, energía, etc., que bien se producen en el ámbito marítimo, como los pozos de petróleo submarino, o bien se hacen pasar por él, como una alternativa a los barcos, como los gaseoductos bajo el mar. Consecuentemente, la obra marítima tradicional que durante siglos se ocupó casi exclusivamente de la construcción de puertos, puentes y canales, se ha diversificado de forma progresiva, dando soluciones para la racionalización de los transportes de todo tipo.

En 1850 se tendió el primer cable telefónico submarino entre Dover y Cap Gris-Nez. Desde entonces la red intercontinental de cables submarinos ha crecido incesantemente, perfeccionándose la naturaleza de los cables que, utilizando actualmente fibra óptica, permiten que millones de personas se comuniquen a través de miles de kilómetros bajo el mar. El tendido y mantenimiento de cables telefónicos submarinos se aborda desde una organización internacional mediante barcos, herramientas y especialistas altamente cualificados que garantizan estas comunicaciones.

La conducción de gases y líquidos por tuberías instaladas en el lecho marino facilita el transporte principalmente de hidrocarburos. Desde Argelia los yacimientos de gas natural de Asin-Mel, situados en pleno desierto Magrebí, suministran este producto energético a Marruecos, España y Portugal, mediante 1.400 km de tubería que atraviesa el estrecho de Gibraltar entre Tánger y Zahara de los Atunes, en la provincia de Cádiz. A través del estrecho de Gibraltar, el gaseoducto se apoya sobre 47 km de fondos marinos, alcanzando una profundidad máxima de 400 metros. Las comunicaciones fijas para el transporte de personas y mercancías a través de túneles y puentes permiten, mediante grandes obras hidráulicas, soluciones tan espectaculares como la conexión por ferrocarril a través del canal de la Mancha entre Francia e Inglaterra, o gigantescos puentes como el



Excavaciones submarinas que permitieron localizar el casco de una nao española de finales del siglo xv en aguas de Cerdeña. (Foto: J. E. Lechuga Serantes).

llamado Vasco de Gama, recientemente construido en la vecina Portugal. Con una longitud total de 17 km, diez de los cuales tendidos sobre las aguas del Tajo, es en la actualidad el más largo de Europa.

La realización de estos ambiciosos proyectos de ingeniería marítima son posibles por el logro de materiales de construcción de extraordinarias cualidades, así como de poderosos medios a flote (dragas, grúas, diques flotantes) y herramientas de intervención submarina muy sofisticadas.

Durante algún tiempo y hasta la segunda guerra mundial, la tecnología submarina fue desarrollada casi exclusivamente con fines militares, teniendo su más conocida representación en los clásicos submarinos y buzos. La crisis energética de los años 70 y la explotación de pozos de petróleo a gran profundidad, impulsaron un desarrollo acelerado de ingenios capaces de efectuar bajo el agua todo tipo de operaciones, sobrepasando las posibilidades de buzos y buceadores, no obstante haber logrado alcanzar éstos la cota operativa de los 500 m. Buzos y buceadores se ven rodeados de un medio denso, que les obliga a

respirar a más y más presión conforme van descendiendo; pero en el organismo humano se producen grandes desequilibrios respirando aire a presión superior a la atmosférica.

Una fuerte demanda de carácter militar e industrial para hacer posible operaciones de buceo, incluso a cientos de metros de profundidad, obligó a los principales centros de tecnología oceánica del mundo a disponer de un departamento de experiencias hiperbáricas, donde médicos y técnicos estudian el comportamiento del organismo humano sometido a altas presiones y de qué forma pueden hacer posible inmersiones a gran profundidad. Estas experiencias se efectúan en grandes cámaras presurizables donde los buzos llegan a pasar días sometidos a una intensa atención médica.

Pero la intervención del hombre bajo el mar puede llevarse a cabo desde submarinos tripulados y con robots a control remoto desde superficie. Ambos sistemas diversifican modelos según profundidades y aplicaciones, avanzando en el uso de los fondos marinos con fines militares, científicos, industriales o simplemente turísticos.

El actual impulso socio-económico, junto a los avances técnicos, provoca nuevos conceptos en la ordenación de los transportes marítimo-terrestres, facilitándose las comunicaciones, mediante audaces obras, hasta con los lugares más apartados. Autopistas, puentes y puertos son protagonistas principales de estos avances.

Los puertos, en función de las características geomorfológicas de su ubicación, de sus aplicaciones, así como del entorno urbanístico, requieren diversidad de soluciones técnicas a la hora de su construcción o adaptación a los nuevos conceptos de ordenación portuaria.

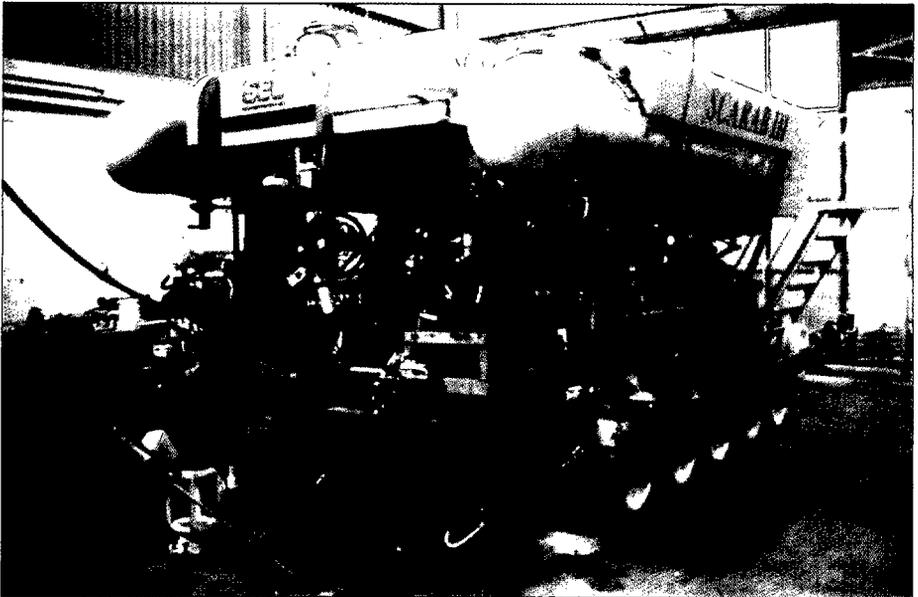
Antes de construir definitivamente un puerto hay que efectuar ensayos de su factibilidad respecto al medio marino y las circunstancias medioambientales. Los laboratorios de puertos, construyendo modelos a escala y reproduciendo olas y otros parámetros, representan una organización insustituible para optimizar la construcción de nuevas instalaciones portuarias. Datos como la dirección y velocidad de las corrientes marinas deben obtenerse directamente en las áreas donde se

pretende modificar la costa mediante la construcción de estructuras artificiales. Un buen puerto, además de resistente a los mayores temporales, debe trazarse de tal forma que su impacto en relación a las corrientes marinas no provoque en la costa adyacente efectos indeseables.

En la Península Ibérica se ha producido en los últimos cincuenta años una profunda renovación de las instalaciones portuarias en conexión con las vías de transporte terrestres. Recorriendo el litoral peninsular, observamos esta incorporación a la modernidad: Bilbao, Vigo, Oporto, Lisboa, Sevilla, Valencia, Barcelona, son algunas capitales donde modernos puertos industriales conviven en armonía con los puertos deportivos y pesqueros, para el ornato de estas ciudades.

El gran reto del próximo milenio es armonizar el progreso científico-técnico con la conservación de la naturaleza.

Es innegable que las bases de los modernos y ultra rápidos sistemas de comunicación han tenido su origen en el desarrollo de la navegación marítima. Prueba de ello es que la



Robot submarino Scarab. Cota operativa, 3.500 metros. Propietario TEMASA, S. A. Actividad: reparación de cables telefónicos submarinos. (Foto: J. E. Lechuga Serantes).

expresión *nauta* ha sido adoptada en el campo de la informática (cibernauta) o en el de la exploración espacial (cosmonauta).

Conexiones casi instantáneas y posiciones casi exactas están eliminando todo tipo de fronteras, acelerando un proceso de conciencia global. Al hombre de la calle de cualquier punto del planeta, le invade un sentimiento cósmico, con reacciones muy distintas en los países pobres o en los países desarrollados.

Los océanos como patrimonio de la Humanidad pueden dar una positiva respuesta a estos problemas.

Por orden de prioridades, la primera cuestión es garantizar la supervivencia del hombre, lo que nos lleva a garantizar una atmósfera respirable, y esto va ligado al sostenimiento de la biodiversidad de los océanos. Hay que frenar decididamente la contaminación industrial y urbana, así como la extinción de las especies por una pesca abusiva, factores que actualmente están superando la capacidad autorregenerativa del mar.

Deben imponerse leyes de protección del medio ambiente marino vigilando su cumplimiento y sancionando las infracciones.

Para una Humanidad en desarrollo creciente, una explotación racional de los océanos representa una gran esperanza de abastecimiento de energía y materias primas de todo tipo. Esto requiere potenciar más las ciencias del mar y la tecnología oceánica para conocer y utilizar mejor los fondos y medio marino.

El año 1998, declarado por Naciones Unidas Año Internacional de los Océanos,

presenta un singular evento: la Exposición Mundial de Lisboa, bajo el lema «Los Océanos, un patrimonio para el futuro». En definitiva, la noción de patrimonio debe ser entendida desde dos puntos de vista: por un lado, se trata de valorar los bienes físicos, culturales y deportivos brindados por los océanos y, por otra parte, esta noción está íntimamente relacionada con la idea de preservación y responsabilidad de cara a las generaciones futuras.

EXPO 98 presenta una ocasión privilegiada para percibir los grandes problemas que se van a suscitar en la gestión de los océanos al comienzo del siglo XXI. Siglo en el cual asistiremos a la ocupación tridimensional de los océanos como última frontera del planeta.

EXPO 98, con independencia de su gran atractivo lúdico a través de sus diversos pabellones temáticos, representa un foro de extraordinaria importancia, ya que el intercambio de formación y experiencias contribuirá, sin duda, a mejorar la cooperación regional, científica y política en pro de que una racional utilización de los océanos favorezca más el justo desarrollo económico y social de la Humanidad.

Si como se ha propuesto a Naciones Unidas se constituye una agencia especial para asuntos oceánicos, de rango internacional, con dependencia directa de la ONU, y sede en Lisboa, se habrá logrado un hito histórico de gran transcendencia futura.

J. E. LECHUGA SERANTES

